

Entorno Académico

Revista arbitrada
del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme





Editorial

Es un gusto ser partícipe de la presentación y publicación de la nueva etapa de la Revista “Entorno Académico” con la que podemos dar testimonio de un retorno de este medio que busca consolidarse como un espacio de reflexión y participación. El ámbito académico es extraordinario para aportar ideas, innovar y presentar propuestas desde nuestras disciplinas, siempre teniendo presente el marco social de nuestra comunidad. Esto es lo que define a nuestro Instituto Tecnológico Superior de Cajeme ITESCA, casa abierta al tiempo y las ideas, pone a tu alcance algunos de sus productos científicos, poniendo en tus manos nuestra revista “Entorno Académico”.

Se abre la edición de la revista con un artículo relacionado con la generación de energías limpias, a través del diseño y construcción de un prototipo de aerogenerador, el cual será implementado en la zona serrana de Tabasco y el cual fue diseñado por un estudiante de la maestría en ingeniería mecánica en compañía de sus asesores.

Después se da paso a un proyecto desarrollado en la maestría en educación, el cual destaca los enfoques de aprendizaje y desarrollo humano en estudiantes de psicología de la región. En este mismo contexto educativo el cuerpo académico de matemática educativa en nivel superior presenta una propuesta metodológica con la fase didáctica de la matemática en contexto. Continuando con esta edición se encuentran publicados los resultados de dos proyectos de investigación, desarrollados por alumnos de la maestría en ingeniería mecánica, el primero consiste en el reconocimiento de patrones en la escritura a mano alzada utilizando para este fin las redes neuronales, el segundo es el desarrollo de un controlador de levitación neumática mediante el uso de la lógica difusa. Por último, se concluye con un reporte de análisis de estudios geofísicos desarrollados por estudiantes de la licenciatura e ingeniería en geociencias, donde se muestra la metodología empleada para caracterizar el subsuelo y así determinar la viabilidad de explotación de este.

Respetuosamente,
“Casa Abierta al Tiempo y las Ideas”

Mtra. Martha Patricia Patiño Fierro
Directora General del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme

Directorio

DIRECTORIO GENERAL

Mtra. Delfina Gómez Álvarez Secretario de Educación Pública	Dr. Aarón Aurelio Grageda Bustamante Secretario de Educación y Cultura del Gobierno del Estado de Sonora
Dr. Francisco Luciano Concheiro Bórquez Subsecretario de Educación Superior	Dr. Rodolfo Basurto Álvarez Subsecretario de Educación Media Superior y Superior de la SEC del Estado de Sonora
Dr. Enrique Fernández Fassnacht Director General del Tecnológico Nacional de México	Mtro. Sergio Samuel Espinosa Guillén Subsecretario de Planeación y Administración de la SEC del Estado de Sonora
M.C. Manuel Chávez Sáenz Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados	Dr. Ricardo Aragón Pérez Subsecretario de Educación Básica de la SEC en el Estado de Sonora

DIRECTORIO INSTITUCIONAL

Mtra. Martha Patricia Patiño Fierro Directora General	Mtro. David Quintana Loya División de Ingeniería Ambiental
Mtro. Jorge Alberto Ponce Salazar Dirección Académica	Mtro. Jesús Alfonso Márquez Borbón División de Ingeniería Electrónica
C.P. Emmanuel de Jesús López Medrano Dirección de Vinculación	Mtro. César Leonel Zazueta V. División de Ingeniería en sistemas computacionales
Mtro. Marco Antonio Brambilla Ramírez Subdirección Académica	Mtro. Juan Grijalva Tapia División de Ingeniería Industrial
D. Arq. Mónica Escobedo Fuentes Subdirección de Posgrado e Investigación	Mtro. Armando Cota Danzós División de Ingeniería Mecánica
Mtra. Elda Kisai Castelo Mendoza Subdirección de Vinculación	Mtro. Luis Alberto Cuevas Othón División de Arquitectura
Lic. Raquel Herrera Ortiz Subdirección de Servicios Administrativos	Mtra. Sara Lizette Sonqui Amador División de Ingeniería en Gestión Empresarial
C.P. Edna Margarita Acosta Lara Subdirección de Planeación	Dra. Socorro del Rivero Jiménez División de Ciencias Básicas
Mtra. Lilia Beatriz Navarro Fragoso Departamento de Desarrollo Académico	Mtra. Teresita Burgos Ochoa División de Ingeniería en Geociencias
C. Tadrío Eugenio Terán Serrano Dpto. de Tecnología de Información y Comunicación	Dra. Karina Alejandra Hinojosa Taomori División de Licenciatura en Administración
M.I. Guadalupe Vásquez Chávez Departamento de Calidad	Dr. José Efrén Ruelas Ruiz Responsable de Maestría en Ing. Mecatrónica
Mtra. Sandra Ivette Ponce Amaro Departamento de Posgrado e Investigación	Mtra. Laura Valenzuela Díaz Coordinación de Idiomas

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Juan Enrique Palomares Ruiz

Mtra. Lilia Beatriz Navarro Fragoso

D. Arq. Mónica Escobedo Fuentes

Mtro. Marco Antonio Brambilla Ramírez

Mtra. Sandra Ivette Ponce Amaro

Mtra. Berenice Agüero Flores

CONSEJO DE PUBLICACIONES

Mtro. Jorge Alberto Ponce Salazar
Consejero Presidente

D.Arq. Mónica Escobedo Fuentes
Consejero Secretario

Mtro. Marco Antonio Brambilla Ramírez
Consejero de Docencia

COMITÉ DE PRODUCCIÓN

Dr. Juan Enrique Palomares
Editor responsable

Lic. María Esther Millán Gómez
Editor Ejecutivo

Lic. Jonathan Alberto Monteverde López
Responsable de Diseño y Producción Digital

COLABORADORES

Oscar Leonardo López Morales
Jorge Alberto López Gutiérrez
Juan José Delfín Vásquez
José Efrén Ruelas Ruiz
Baldomero Lucero Velázquez
María Isabel López Elefterios
Alejandro Jacobo Castelo
Leonsio Ruiz Moreno
Socorro del Rivero Jiménez
Alejandro Faccinnetto Ruiz
Iván Alberto Pazos Montoya
Jesús Armando Amaya Tequida
José Guadalupe Castro Lugo
Juan Enrique Palomares Ruiz
Flavio Muñoz Beltrán
Alan Alfredo Chacón Viguera
Rubén Adrián López Olivarría
Alberto Ramírez Treviño
Dagoberto Rodríguez Rendón
Juan Manuel Corrales Meza
María del Pilar Esquivel Guerrero
María de Lourdes Sánchez Cruz
Carla Olimpia Zapuche Moreno
José Manuel Romero Balderrama Ángel
David Córdoba Concha
Juan Eduardo Aguilar Ángeles
Clemente Humberto Grijalva Angulo
Rigoberto Anguiano Aldama
Hurtado Sayas Marcelo

ENTORNO ACADÉMICO, año 17, No. 23, Diciembre 2021, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, Col. Amanecerces 2, Cajeme, Sonora, C.P. 85024, Tel. 01 64 44 10 86 50, www.itesca.edu.mx, jepalomares@itesca.edu.mx.
Editor responsable: Dr. Juan Enrique Palomares
ISSN: 2448-7635, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor.
Responsable de la última actualización de este número, Lic Martha Vázquez Amaya, Comunicación Social del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme.
Fecha de última modificación, diciembre 2021.
Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme.

Índice:

Diseño y construcción de un prototipo de un aerogenerador de eje horizontal	5-10
Enfoques de aprendizaje y desarrollo humano en estudiantes de psicología de Ciudad Obregón, Sonora.	11-20
Propuesta metodológica con la fase didáctica de la matemática en contexto.	21-24
Reconocimiento de escritura a mano alzada utilizando redes neuronales (Backpropagation)	25-30
Levitador Neumático utilizando lógica difusa	31-36
Análisis de estudios geofísicos en la Sierra María.	37-45
La importancia del mantenimiento como una estrategia de competitividad en las empresas del sector minero	46-51
Diseño de concreto estructural ligero con bajas y medianas resistencias para la construcción de viviendas	52-56
La gestión financiera para mejorar el funcionamiento de las operaciones financieras en el sector comercio en microempresas.	57-64



Diseño y construcción de un prototipo de un aerogenerador de eje horizontal

O.L. López-Morales^{1,*}, J.A. López-Gutierrez¹, J.J. Delfín-Vásquez², J.E. Ruelas-Ruiz², B. Lucero-Velazquez²

^{1,*}Estudiante de la maestría en Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Subdirección de investigación y posgrado, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: lopezoscarleonardo@gmail.com

Resumen: *La generación energía eléctrica siempre ha sido importante y la constante mejora de los dispositivos empleados para la generación de energía eléctrica ha sido muy significativa en los últimos años, el uso de materiales compuestos, para disminuir costos de fabricación y mantenimiento en los dispositivos de generación ha tenido un incremento en los últimos años, ya que se busca generar tecnologías amigables con el medio ambiente y disminuir la contaminación en este. En este trabajo se presenta un avance acerca del diseño de un prototipo de aerogenerador (AG) de eje horizontal, empleado fibra de vidrio como recubrimiento en las palas del AG, se presentan fundamentos teóricos acerca de los aerogeneradores y los componentes que constituyen a estos.*

Palabras clave: Aerogenerador (AG), Viento, Energía, Palas.

Abstract: *The generation of electrical energy has always been important and the constant improvement of the devices used for the generation of electrical energy has been very significant in recent years, the use of composite materials, to reduce manufacturing and maintenance costs in the generation devices has had an increase in recent years, as it seeks to generate environmentally friendly technologies and reduce pollution in this. This paper presents a breakthrough about the design of a horizontal axis wind turbine (WT) prototype, using fiberglass as a coating on the blades of the WT, theoretical foundations are presented about wind turbines and the components that constitute them.*

Keywords: Wind Turbine (WT), Wind, Energy, Shovels.

1. Introducción

El interés por todas las fuentes de energía alternativas ha crecido en los últimos años y en especial las basadas en la energía producida por el viento. La potencia instalada ha supuesto un incremento notable en países como Estados Unidos, Alemania o España. Este desarrollo se ha venido dando de forma sostenida, motivado principalmente por el desarrollo de generadores eléctricos libres de emisiones de carbón. [1]

La generación de energía eléctrica en la actualidad tiene un papel muy importante, ya que se emplea para iluminar una vivienda hasta energizar sistemas eléctricos de gran

escala. Debido a la demanda de energía eléctrica requerida por las personas, se recurre a diferentes métodos para la generación de energía, uno de ellos es la generación de energía eléctrica mediante Aerogeneradores (AG), el cual es un dispositivo que permite la generación de energía eléctrica mediante el viento, convirtiendo la energía cinética del viento en energía mecánica. En la Figura 1, se muestra un aerogenerador de eje vertical. Algunas ventajas de la generación de energía eléctrica mediante aerogeneradores son: es una energía limpia y renovable, lo cual ayuda en la reducción del consumo de combustibles fósiles. Desarrollar tecnologías amigables con el medio ambiente es de vital importancia por la gran cantidad de problemas ambientales a los que se enfrenta la humanidad como el calentamiento global, sobreexplotación de los recursos naturales, entre otros; los cuales afectan a nuestro planeta.



Figura 1. Aerogeneradores de eje horizontal.

1.1. Antecedentes

La energía eólica representa actualmente, una de las alternativas más viables para la generación eléctrica con energía renovable. La transición de molinos de viento que suministran energía mecánica a turbinas eólicas generadoras de electricidad, comenzó alrededor del año 1900 en los Estados Unidos y Dinamarca. En 1930 se analizó su conexión a la red eléctrica, sin embargo, con la aparición de los radios de transistores de escaso consumo de energía mediante el uso de pilas, se enfocó la aplicación de los aerogeneradores a la carga de baterías de vehículos de campo. [2]

En la actualidad, la producción de electricidad mediante Energía Eólica ha alcanzado un nivel de madurez tecnológica que la hace viable técnica y económicamente, con costos de producción muy atractivos para el mercado eléctrico mundial en sitios previamente explorados y cuantificados. Por ello, en el mundo se han diseñado diversos tipos de Aerogeneradores (AG) que aprovechan la energía cinética de los flujos de viento, con una amplia variedad de tamaños, modelos, y diseños.

La mayor parte de la tecnología desarrollada en el área de la energía eólica se enfoca al diseño y operación de AG grandes. Miles de estas turbinas funcionan alrededor del mundo y proveen energía eléctrica a cientos de hogares.

El proceso que se lleva a cabo para la conversión de la energía eólica en Energía Eléctrica, se representa en el diagrama de bloques de la Figura 2

Con la finalidad de aumentar la potencia generada por AG en la actualidad y mantener la operación de los parques eólicos, se llevan a cabo mejoras en los

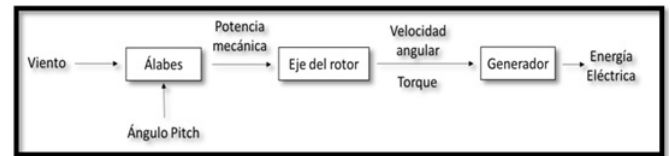


Figura 2. Proceso de generación de energía eólica.

sensores, los cuales tienen la función de monitorear la salud y condiciones de operación de estos. Los sensores de sólo unos centímetros de largo, pero desempeñan un papel muy importante al mantener a los generadores eólicos funcionando frente a tensiones, vibraciones o desplazamientos, entre otras situaciones.

La mejora continua es los sensores no es suficiente para incrementar la generación de energía eléctrica, también es importante mejorar las condiciones en las cuales los AG empiezan a generar potencia eléctrica y manera en que esta se convierte. Además, de emplear materiales resistentes a ambientes agresivos.

1.2. Objetivo general

Diseñar y construir un prototipo de un aerogenerador eléctrico de eje horizontal, para generar electricidad en las casas, así como en las zonas rurales alejadas de la red eléctrica.

2. Descripción del sistema

La energía eólica es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas. [3]

2.1. Aerogeneradores

Un aerogenerador es una máquina formada principalmente por una turbina eólica y un generador eléctrico. La turbina eólica transforma la energía cinética del viento en energía mecánica rotacional, la cual es transformada en energía eléctrica por el generador. Existen dos tipos de aerogeneradores según su eje de rotación: horizontal y vertical. Por motivos de eficiencia y mayor rendimiento, el tipo de aerogenerador más utilizado en la actualidad es el aerogenerador de eje horizontal, en el cual, el eje de rotación se encuentra paralelo al suelo. Este tipo de aerogeneradores tienen su eje de rotación principal en la parte superior de una

torre y necesitan un mecanismo de orientación para hacer frente a los cambios bruscos en la dirección del viento. [2]

De acuerdo a la orientación del eje, los aerogeneradores se clasifican en: aerogeneradores de eje horizontal (véase figura 3) y aerogeneradores de eje vertical.



Figura 3. Aerogenerador de eje horizontal.

2.2. Partes principales de un aerogenerador

En la figura 4 se muestran los componentes principales de un aerogenerador de eje horizontal:

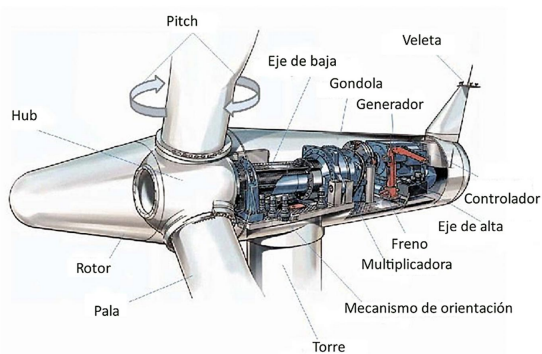


Figura 4. Partes de un aerogenerador de eje vertical.

Los componentes principales son:

- 1) **Góndola:** Su función principal es proteger y contener todos los componentes del aerogenerador, evitando fallas y presencia de corrosión en los componentes.
- 2) **Palas:** Es un elemento muy importante que debe satisfacer varios objetivos. Por un lado, maximizar la energía capturada del viento para la distribución de la velocidad del viento especificada y por otro reducir

la fatiga a la que se le somete. Debe de estar diseñado para resistir cargas extremas y evitar resonancias y deflexiones que provoquen colisiones con la propia torre. [4]

Las palas son los elementos del aerogenerador que capturan la energía cinética del viento. Todas las palas del aerogenerador se unen de forma solidaria a un soporte denominado buje o cubo. [5]

- 3) **Hub:** Es el elemento que soporta a las palas del aerogenerador con el eje de baja velocidad, el buje se encarga de transmitir movimiento de las palas al eje.
- 4) **Generador:** Es el encargado de transformar la energía mecánica en energía eléctrica, es decir, convierte el movimiento de rotación transmitido por los ejes al generador en energía eléctrica.
- 5) **Torre:** Es la estructura que soporta a todos los componentes del aerogenerador, la altura de la torre es de acuerdo al flujo de viento, el aerogenerador se coloca a la altura en la cual el flujo de aire mantiene una generación de energía constante. Generalmente la altura de la torre constituye entre 1 y 1.5 veces el diámetro del rotor, aunque esto puede cambiar dependiendo de la topografía del lugar donde se instale y el perfil del viento de ese lugar. [6]
- 6) **Rotor:** El rotor es una parte importante del aerogenerador, sin el cual no funcionaría el sistema. El rotor como tal es el que permite transformar la energía cinética del aire en movimiento rotatorio, el cual es utilizado por el generador eléctrico para producir energía. [7]
- 7) **Multiplicadora o caja de engranes:** Puede estar presente o no. Transforman la baja velocidad del eje del rotor en alta velocidad de rotación, en el eje del generador eléctrico. [2]

2.3. Aprovechamiento del viento

El aire es considerado como un fluido, incompresible y en estado estacionario, al ser considerado como un fluido, el aire posee una masa, densidad, peso específico etc. Dicha masa al moverse, da origen al viento, la masa posee una energía cinética y potencial. La energía cinética del viento puede ser utilizada, dicha energía se calcula con la expresión matemática:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad (1)$$

Donde:

E_c = Energía cinética en Joule/S

m = Masa del aire en Kg.

v = Velocidad el aire en m/s

Si suponemos un área de captación A (o área barrida por las palas) perpendicular a la dirección del viento, la potencia disponible debido al flujo de aire es:

$$P_d = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (2)$$

Dónde:

ρ = Densidad del aire en Kg/m^3

A = Área de captación en m^2

v = Velocidad el aire en m/s

P_d = Potencia del viento en W/m^2

Como la velocidad del viento, luego de atravesar la superficie de captación, no es nula, la potencia dada por la expresión anterior (ecuación 2) no será totalmente aprovechable. Betz demostró que la máxima energía recuperable, con un aerogenerador ideal, es igual a 16/27 (aproximadamente 59%) de la energía total.

3. Desarrollo

El prototipo de AG, será diseñado para ser empleado en una zona en donde las condiciones de aire son muy favorables ya que es una zona costera alejada de red eléctrica, donde existen habitantes que no cuentan con servicio de energía eléctrica en sus hogares. Por ello este prototipo tiene ciertos requerimientos para ser empleado en dicha zona como lo son resistencia a la corrosión, generación de energía eléctrica a baja velocidad de viento y control de potencia eléctrica.

En el mercado local no se cuenta con aerogeneradores domésticos que cumplan con estas características, pero esta razón se desarrollara este prototipo que cumpla con las características anteriormente mencionadas; para el control de potencia eléctrica se pretende implementar dicho control empleado lógica difusa o redes neuronales. Las características con las que contara este prototipo serán diferentes a la de los AG comerciales. Para el desarrollo de este prototipo se empleará la metodología que se muestra en la Figura 5, la cual se describe brevemente a continuación.



Figura 5. Metodología a emplear para la fabricación del AG.

En la primera etapa se determinan los parámetros como los son la velocidad del viento y la potencia eléctrica a generar los cuales son de vital importancia para el desarrollo de este prototipo, estos parámetros corresponden a lugar donde se empleará el AG, dichos parámetros se enlistan a continuación:

- a) Potencia eléctrica: $500W/m^2$
- b) Velocidad del viento: 4.5 m/s

Para el cálculo y selección de componentes fabricados, se seleccionarán componentes como lo son:

- a) Palas
- b) Generador eléctrico
- c) Controlador de carga
- d) Hub

Respecto a las palas, se seleccionarán de acuerdo al perfil aerodinámico y se determinarán las dimensiones que mejor se adapten a la necesidad; el generador eléctrico es de baja velocidad, es decir tendrá la capacidad de generar energía a bajas velocidad de viento y el controlador de carga mantendrá la salida de voltaje constante.

Para la selección de palas se consideró la ecuación 2 la cual es: $P_d = \frac{1}{2} \rho A v^3$

Considerando que $\rho = 1,185Kg/m^3$, se calcula la longitud de largo de la pala del aerogenerador:

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \rho A v^3 &= (0,5)(1,185)(A)(4,5^3) = 500 \\ \Rightarrow A &= 9,1449m^2 \end{aligned}$$

Se tiene que: $A = \frac{\Pi * d^2}{4}$

$\Rightarrow d = 3,4336m \therefore r = 1,7168m$

Debido a que es un radio muy grande, además de que implica un costo de fabricación más elevado para el aerogenerador que se desarrollara, por lo tanto, se utilizarán palas de 60 cm.

Las palas son de 60 centímetros de largo, estas palas se implementarán a partir de un diseño y aplicando un recubrimiento de fibra de vidrio como protección; cabe mencionar que se utilizarán cinco palas para este AG. En la figura 6 se muestra el perfil seleccionado para las palas.

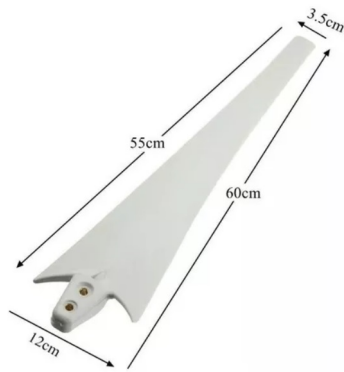


Figura 6. Palas a implementar

En la parte de diseño mecánico y fabricación de componentes previamente diseñados, se aborda el diseño del sistema de transmisión para el AG y la selección de cojinetes donde descansarán los ejes de transmisión, los cojinetes serán de baja fricción y fácil mantenimiento, de igual manera se diseñará una base para todo el sistema de transmisión, donde también estará el generador eléctrico. Además de aplicar fibra de vidrio como recubrimiento especial para proteger a las palas de AG de ambientes agresivos.

Una vez terminado estos componentes se procederá al ensamble del AG, para llevar a cabo la etapa de instrumentación se añadirán sensores en el AG para monitorear distintas variables del comportamiento de este y generar reportes del comportamiento de este; la parte de control se refiere al control de la potencia del AG, para el control de potencia se pretende implementar una red neuronal para llevar a cabo dicho control y mantener la potencia eléctrica constante; al terminar esto se procederá a hacer pruebas de todo el sistema para verificar su funcionamiento adecuado y si es necesario realizar hacer ajustes en el sistema para finalmente terminar el AG.

4. Conclusiones

En el diseño y la construcción de un AG se deben de considerar ciertas variables, como lo son la velocidad del viento, potencia a generar, costos y tiempo de fabricación, entre otros, en este artículo se presentó algunas de estas variables, además de los parámetros que constituyen un AG. La velocidad del aire y la potencia de viento, son de vital importancia para la selección de generador eléctrico a emplear, ya que existen algunos generadores que a velocidades de aire muy bajas logran generar energía eléctrica y otros que a velocidades muy altas generan.

Otro parámetro que es importante es la selección de materiales para la fabricación y protección de AG, esto es uno de los temas de interés e investigación por parte de institutos y universidades, ya que existen parques eólicos situados en el mar, donde el ambiente de corrosión y salinidad son muy agresivos, por esta razón los AG, necesitan soportar estos ambientes para mantener la generación de energía eléctrica constante y prevenir fallas en estos.

Los resultados esperados a partir de este trabajo, es generar un prototipo de aerogenerador con palas recubiertas con fibra de vidrio lo cual permitirá que este tenga un mejor desempeño en ambiente agresivos; además de un sistema de control de potencia eléctrica para el aerogenerador el cual permitirá, que la potencia eléctrica se mantenga.

Referencias

- [1] Miguel E González, Francisco Vázquez, and Fernando Morilla. Control multivariable centralizado con desacoplo para aerogeneradores de velocidad variable. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 7(4):53–64, 2010.
- [2] Raúl Garduño Ramírez, Arnulfo Antelmo Rodríguez Martínez, Marino Sánchez Parra, Miguel Ángel Martínez Morales, María Aurora Hernández Cuéllar, Indira Xochiquetzal Alcaide Godínez, Víctor Genaro Re López, and Roberto Hernández González. Investigación, desarrollo e innovación tecnológica de sistemas de control de aerogeneradores. *Boletín IIE*, 2012.
- [3] Carolina Espitia Caíta. Diseño y construcción de un miniaerogenerador de eje vertical. *Universidad Militar de Nueva Granada.*, 2014.

- [4] Asier González and Ekaitz Zulueta Guerrero. Estrategias de control de aerogeneradores. In *XVI Congreso de Confiabilidad*, 2014.
- [5] Javier Hernández Agriarte. Diseño de un aerogenerador de baja potencia. 2005.
- [6] Gerald Mayoral Aníbal Graterol. Diseño de un aerogenerador de eje horizontal de 1 kw de potencia. *Universidad Simón Bolívar*, 2006.
- [7] Alejandro Díaz Guerrero. Integración y consolidación de capacidades nacionales para el desarrollo de pequeños aerogeneradores, mediante el diseño, construcción y pruebas exhaustivas de un aerogenerador de 20 kw ciateq a.c. *Tesis de licenciatura, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme*, 2015.

Enfoques de aprendizaje y desarrollo humano en estudiantes de psicología de Ciudad Obregón, Sonora.

M.I. López-Elefterios ¹, A. Jacobo-Castelo^{2,*}

¹Estudiante de la maestría en Educación, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Subdirección de investigación y posgrado, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: ajacobo@itesca.edu.mx

Resumen: *La complejidad del mundo actual representa un reto para los profesionales de todas las áreas; ellos requieren un perfil humanista con una sólida formación integral y tecnológica para continuar insertos en el mundo laboral; y el psicólogo, no escapa a esta realidad. Delors [1] (1996) asevera que el estudiante debe aprender a conocer, a hacer, a vivir, y a ser. Se hizo una investigación con 91 estudiantes de psicología, de tres universidades de Cajeme, Sonora, para explorar la relación entre el nivel de desarrollo humano y el enfoque de aprendizaje. Se aplicaron dos instrumentos: EDHAI [2] (Ruíz, 2004) para medir el desarrollo humano; y el R-SPQ-2F [3] (Biggs, Kember y Leung, 2001) para medir el enfoque de aprendizaje. Los resultados mostraron un nivel medio de desarrollo humano y enfoque profundo para aprender. Se encontró también que la utilización del enfoque profundo y enfoque profundo motivos, están correlacionados positiva y significativamente con el promedio de calificaciones. Y que el enfoque superficial y enfoque superficial-estrategias se correlaciona negativamente con el rendimiento académico. Se constató que el enfoque profundo de aprendizaje (motivos y estrategias) y el nivel de desarrollo humano se correlacionan alta y significativamente. El enfoque superficial y el nivel de desarrollo humano se correlacionan de manera inversa. Una ecuación obtenida del modelo de regresión múltiple predice el nivel de desarrollo humano basada en la puntuación en enfoque profundo y el promedio de calificaciones. Los estudiantes de psicología como futuros facilitadores del desarrollo humano, deben trabajar en incrementar su propio desarrollo personal.*

Palabras clave: Enfoques de aprendizaje, enfoque superficial (motivos y estrategias), enfoque profundo (motivos y estrategias), desarrollo humano, universitarios, rendimiento académico.

Abstract: *The world represents a challenge for the graduated students. They require, a humanist profile, with a solid integral and technological preparation to continue in the labor world; and a psychologist, does not escape this reality. Delors [1] (1996) asserts that the student must learn to know, to do, to live, and to be. An investigation was conducted with 91 students from three universities in Cajeme, Sonora, to explore the relationship between the level of human development and the learning approach in psychology students. Two instruments were applied: EDHAI [2] (Ruíz, 2004) to measure human development; and the R-SPQ-2F [3] (Biggs, Kember and Leung, 2001) to measure the learning approach. The results showed a medium level of human development and deep approach to learn. It was also found that the use of deep approach and deep approach motives, are correlated positively and significantly with the grade point average. The superficial approach and superficial approach-strategies is negatively correlated with academic performance. It was found that the deep learning approach (motives and strategies) and the level of human development correlate highly and significantly. The superficial approach and human development are inversely correlated. An equation obtained from the multiple regression model predicts the level of human development based on the score in deep approach and grade point average. Psychology students as future facilitators of human development must increase their own personal development.*

Keywords: Learning approach, superficial approach (motives and strategies), deep approach (motives and strategies), human development, university, academic performance. .

1. Introducción

La globalización de la economía, la acelerada evolución tecnológica, y la sociedad de la información y del conocimiento, representan un reto para la sobrevivencia de un profesional y su efectividad para dar respuesta a las necesidades humanas en la comunidad planetaria. Para ello, se hace necesaria una sólida formación humana integral y tecnológica del profesional a su paso por la universidad, y ésta será prácticamente su última oportunidad formal para generar las bases y continuar aprendiendo el resto de su vida. Esto con el propósito de continuar inserto en el mundo laboral dominando los conocimientos propios de su disciplina y manifestando las cualidades humanas que le permitan integrarse con otros grupos de profesionales.

Un buen profesional al ejercer su profesión, debe ejercerla con vocación y responsabilidad; debe poseer conocimientos técnicos y científicos, capacidades técnicas y cognitivas, competencias sociales, éticas y afectivas o emocionales. Deben no sólo tener dominio de conocimientos sino, además, cualidades humanas que le permitan la interacción e integración con otros grupos de profesionales [4] (Osuna y Luna, 2008). Por desgracia, el sistema educativo en general, aún privilegia la obtención de conocimientos, incluso a veces sin importar la comprensión [5] (Morin, 1999); y contempla poco el desarrollo emocional e integral del estudiante. Los sistemas de evaluación están enfocados a la medición de contenidos –dominio cognitivo– y poco incluyen la evaluación del desarrollo humano –dominio afectivo– del estudiante en formación. Dominar el conocimiento técnico es muy importante, pero lo es también la asunción de valores y actitudes que permitan al egresado tomar sus propias decisiones éticas de cara a la posibilidad de integrar varias disciplinas en éstas. Lo que significa que deberá comprender lo que aprende para poder integrarlo en sus decisiones. Sólo así estará desarrollando sus potencialidades para SER. Como dice Mendoza [6] (2003), la educación debe estar enfocada al cultivo del individuo hacia la trascendencia, y no sólo a la aplicación de contenidos técnicos.

En el ejercicio de cada profesión se tiene el compromiso del bien común, el cultivo de hábitos y virtudes en el contexto social. Conseguir el bien interno que busca una profesión, la vuelve una práctica ética, ejercida con las virtudes de las acciones realizadas con destreza y responsabilidad. Un buen profesional es productivo,

creativo y en superación constante [7] (Polo, 2003), su vida está permeada por aspectos éticos, presentes en lo social, económico y personal. Todas las profesiones, deben ser ejercidas bajo estos principios. El dominio profundo de conocimientos y la responsabilidad personal y social que exige la profesión, en un marco de desarrollo personal integral, son indispensables para tener un desempeño ético y que dé respuesta a las necesidades sociales.

Por otro lado, el enfoque de aprendizaje adoptado por el estudiante que cursa una carrera de ciencias exactas y uno que cursa una carrera en ciencias humanas, es diferente. En ciencias exactas, el enfoque profundo requiere una fase inicial de concentración en detalles que es similar al enfoque superficial, mientras que en ciencias humanas se tiende a iniciar con características del enfoque profundo de aprendizaje, ya que se involucra a los estudiantes en trabajos que requieren de una interpretación inicial del material de estudio. Además, en las ciencias humanas se trata de aprender en función de la experiencia y con integración del nuevo conocimiento al ya existente dentro de un contexto personal y profesional.

En nivel nacional, en las carreras humanísticas, es especialmente importante ocuparse del desarrollo personal integral, si los egresados como profesionales han de dedicarse a facilitar el desarrollo de otras personas. Sin embargo, aún en estas carreras, no existen reportes de investigaciones realizadas en el contexto de los enfoques de aprendizaje y su relación con el desarrollo humano desde la perspectiva psicológica. La evaluación general del plan de estudios, no despliega intenciones explícitas, ni reporta instrumentos que evalúen el desarrollo humano ni la calidad de los aprendizajes del egresado. Él puede realizar un examen construido por el Centro Nacional para la Evaluación de la Educación Superior (CENEVAL), y éste evalúa los aprendizajes en términos cognitivos-cuantitativos. No se realizan mediciones del desarrollo integral del estudiante. Durante su formación profesional, el estudiante va cursando y obteniendo una evaluación cuantitativa de cada materia (no así de su desarrollo humano) con el riesgo de que sean utilizados enfoques de aprendizaje superficiales que alimentan el aprendizaje memorístico-mecánico; y que responden en el mejor de los casos a las demandas técnicas del sector productivo.

En la región sur de Sonora, en los últimos 20 años, se ha efectuado sólo una investigación respecto a los enfoques de aprendizaje, Jacobo [8], pero no de la relación que éstos pudieran tener con el desarrollo humano. Por ello, en esta investigación, se pretende responder a la pregunta: ¿Existe relación entre el enfoque profundo de aprendizaje y un alto grado de desarrollo humano en los estudiantes del

1.1. Variables

El estudio de los enfoques de aprendizaje, inició con estudios cualitativos, pues implica aproximarse al proceso percibido por los estudiantes para aprender, es decir, “darse cuenta” cómo aprenden. Ello requiere aún hoy, un ejercicio de metacognición para dar respuesta a las preguntas contenidas en el instrumento con el que se recaba la información cuantitativa de esta investigación: The Revised Two Factor Study Process Questionnaire (R-SPQ-2F). Dicho instrumento contiene 20 ítems que exploran y diferencian las tres categorías principales de enfoques de aprendizaje, y que se describen a continuación. La puntuación obtenida en dicho instrumento, permite operacionalizar el concepto.

En el enfoque profundo (aprendizaje por comprensión y motivación intrínseca); la intención consiste en comprender el significado de la tarea, lo que conduce a una interacción vívida con el contenido relacionándolo con conocimientos previos, nuevas ideas y la experiencia personal; además de la relación de conceptos con la experiencia cotidiana, relación de datos con las conclusiones y examen de la lógica del argumento. A todo esto, le subyace una motivación intrínseca que conduce a un alto nivel de comprensión.

En el enfoque superficial (aprendizaje por operación o serial, motivación extrínseca y miedo al fracaso); la intención se limita al cumplimiento de los requisitos de la tarea; ésta se considera una imposición extraña desprovista de significado personal, por lo que el estudiante memoriza de manera mecánica la información necesaria para exámenes. El estudiante está enfrentando la tarea desprovista de reflexión acerca del propósito de la misma, por miedo al fracaso y sin relación con conocimientos previos o la experiencia personal. Atiende y quizá retiene elementos sueltos sin integración.

El uso del enfoque estratégico (método de estudio organizado y motivación de logro), está motivado por la necesidad de rendimiento y la “necesidad de logro” o esperanza de éxito, así como por la intención de obtener las notas más altas (Ramsden y Entwistle, 1981). Se utilizan para ello, métodos de estudio bien planeados y organizados, manejo sistemático del tiempo y esfuerzo, y el estudiante está orientado hacia las demandas percibidas en el procedimiento de evaluación. Asigna tiempo, esfuerzo y enfoque, según la “rentabilidad”.

El estudio del desarrollo humano, implica también un “darse cuenta” de sí mismo o su proceder y desempeño,

en torno a indicadores como: apertura a la experiencia, congruencia, satisfacción-bienestar, seguridad, cercanía en las relaciones y responsabilidad. De manera que, la variable desarrollo humano, se define como la capacidad de manejar la información que le permite conocer la realidad, valorarla y tomar decisiones en función de ella; la capacidad para tener correspondencia entre lo que se piensa, se siente y se decide; capacidad para tener la sensación de plenitud y satisfacción en el plano psicológico y en el físico, además de la capacidad de reconocer su buen desempeño en las actividades realizadas; capacidad de interactuar de manera fluida en un ambiente de no-manipulación, tolerancia, flexibilidad, apertura y sensibilidad, así como el aprecio genuino por otros e interés por la comprensión de sus sentimientos; además de la capacidad y consciencia para responder por sus acciones y la elección de respuestas constructivas para sí mismo y los demás.

En esta investigación cuantitativa, se mide el desarrollo humano a través del cuestionario EDHAI que contiene seis dimensiones o indicadores: apertura a la experiencia, congruencia, satisfacción-bienestar, seguridad, cercanía en las relaciones y responsabilidad. Así, la puntuación obtenida en dicho instrumento, es la considerada como la operacionalización del constructo desarrollo humano. Se describen a continuación las definiciones de cada indicador:

Apertura a la experiencia. Como capacidad y como actitud (06 reactivos). Manifestación de la madurez que se observa como la capacidad de manejar la información que, dependiendo del estilo personal de aprendizaje permite conocer la realidad, valorarla y tomar acciones en función de ella. Supone mayor captación de eventos; libre acceso de la información primaria y búsqueda de sus implicaciones (información secundaria); y mayor consideración de un amplio espectro de información para la toma de acciones, mayor apertura a la experiencia.

Responsabilidad (11 Reactivos). Conciencia de la responsabilidad de las propias acciones. Elección de respuestas constructivas para sí mismo y los demás.

Congruencia (07 Reactivos). Correspondencia entre las emociones, sus simbolizaciones y las acciones que de ella se derivan; correspondencia entre lo que se piensa, se siente y se decide. Una manifestación clara es la capacidad de fundamentar y explicar la propia postura. Darse cuenta de la relación entre lo que se piensa y se siente.

Satisfacción-Bienestar. Expresada en términos de Satisfacción por el desempeño (07 Reactivos): Sensación de plenitud y satisfacción tanto en el plano psicológico como en el físico (deportivo, recreativo). Reconocimiento

de buen desempeño en las actividades realizadas y del potencial creativo; del derecho a la opción y a la decisión por voluntad propia; el entusiasmo por una variedad de intereses; y el reconocimiento del buen desempeño y del potencial creativo. En contraposición del Bienestar: fatiga física y/o psicológica; hartazgo, tedio y aburrimiento; distanciamiento; incompreensión; incertidumbre y duda; humillación y vergüenza; frustración. Seguridad en uno mismo (13 Reactivos). Es la sensación de confianza en lo que uno mismo es, sabe y puede hacer. Comúnmente se relaciona con el autoconcepto, autoestima y autoeficacia.

Cercanía en las relaciones (11 Reactivos). Capacidad de interactuar satisfactoriamente (de manera fluida) en un ambiente de aprecio, interés genuino y empatía para con el otro, con tolerancia, flexibilidad, apertura, sensibilidad, y ausencia de manipulación. Observado a través del aprecio del otro e interés genuino por él; capacidad de observar y comprender sentimientos del otro (empatía) y reconocimiento del compromiso social y toma de decisiones.

Las variables de estudio son pues, enfoque de aprendizaje y desarrollo humano que presentan los estudiantes de psicología en su último año de formación. La operacionalización de las mismas se hace por las puntuaciones obtenidas en cada uno de los dos instrumentos. Cuanto más altas sean las puntuaciones, mayor presencia de la variable en el análisis.

1.2. Hipótesis

Las preguntas de investigación que surgen en torno a la literatura revisada y a las inquietudes personales son ¿Cuál es el enfoque de aprendizaje predominante de los estudiantes de psicología? ¿Cuál es el grado de desarrollo humano de los estudiantes de psicología? ¿Qué diferencias entre estas variables serán atribuibles al género? ¿Qué relación tiene el grado de desarrollo humano con el promedio de calificación? ¿Qué relación tiene el enfoque de aprendizaje con el promedio de calificación? ¿Qué diferencias entre estas variables serán atribuibles a la preparatoria de egreso o al estado de procedencia del estudiante universitario? Mismas que dan lugar a la siguiente hipótesis de trabajo: Existe relación entre el enfoque profundo de aprendizaje y un alto grado de desarrollo humano en los estudiantes del 7mo semestre de psicología, en Ciudad Obregón, Sonora.

1.3. Objetivos

En la presente investigación, se pretende como objetivo general determinar la relación existente entre el enfoque de aprendizaje y el grado de desarrollo humano de los estudiantes de psicología de séptimo semestre de formación universitaria, en Ciudad Obregón, Sonora.

Los objetivos particulares:

- a. Determinar el nivel de desarrollo humano de los estudiantes de psicología.
- b. Describir los enfoques de aprendizaje predominantes de los estudiantes de psicología.
- c. Analizar las diferencias atribuibles al género en ambas variables.
- d. Determinar la relación que hay entre ambas variables y el promedio de calificación.
- e. Analizar las diferencias entre universidades en torno a enfoques de aprendizaje y desarrollo humano.

2. Método

La investigación es un estudio no experimental o ex post facto, transversal, correlacional e instrumental.

La población se definió como la totalidad de estudiantes de psicología inscritos en séptimo semestre (que les faltaran por cursar, doce materias o menos) de la licenciatura en psicología de tres Instituciones de Educación Superior (IES) del municipio de Cajeme, que autorizaron la aplicación de los instrumentos a sus estudiantes. El total de la población fue de 116 estudiantes. quedó una muestra de 91, el 78.4 por ciento de la población. De estos 91 estudiantes de psicología, el 66 % fueron del Instituto Tecnológico de Sonora (60); el 19 % de la Universidad de Sonora (17); y el 15 % de la Universidad La Salle Noroeste (14).

Para la recolección de datos se utilizaron dos instrumentos: Escala de Desarrollo Humano para Estudiantes de Ingeniería (EDHAI) (Ruíz, 2004) [2] y el Cuestionario de procesos de estudio The Revised Two Factor Study Process Questionnaire (R-SPQ-2F) (Biggs, Kember y Leung, 2001) [3]. La EDHAI corregido consta de 25 ítems (confiabilidad $\alpha = 0.87$) que se responden en una escala tipo Likert con cuatro puntos de anclaje, desde Casi Nunca (1) hasta Casi Siempre (4). Puntajes mayores significan mayor desarrollo humano. Los enunciados fueron construidos para medir aspectos del desarrollo humano tales como satisfacción, bienestar,

responsabilidad, y apertura a la experiencia entre otras, aspectos todos, derivados de una concepción humanista del desarrollo humano.

El R-SPQ-2F consta de 20 ítems (confiabilidad $\alpha = 0.80$) que miden la forma en que se aproximan los estudiantes a las tareas académicas, o lo que hacen típicamente para aprender. Los ítems se agrupan en dos enfoques: profundo y superficial. Los ítems exploran los motivos y estrategias de ambos enfoques. Para responder se utiliza una escala tipo Likert con cinco puntos de respuesta, que van desde Nunca o rara vez (1); hasta Siempre o casi siempre (5). Los puntajes más altos significan una mayor fuerza de los enfoques.

3. Resultados

Desarrollo humano.

Con la estructura válida y confiable del instrumento EDHAI con 25 ítems, se obtuvieron medidas de la totalidad del instrumento y de las sub escalas que lo componen en la muestra de interés en este estudio - los estudiantes de psicología n=91-. Se exhiben los descriptivos obtenidos de la escala, en la que puede apreciarse una media de 3.37 en la escala total; valor por encima de la media teórica (2.5). Además de obtuvo la media de cada subescala: satisfacción-bienestar (3.43), congruencia-seguridad (3.29) y cercanía en las relaciones-apertura a la experiencia (3.32). Ver fig. 1.

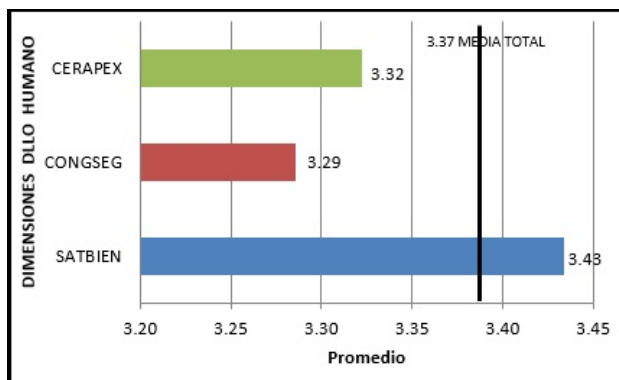


Figura 1. Resultados de la escala de Desarrollo humano

Los puntajes se interpretaron como bajo, Medio y Alto con el siguiente baremo, Tabla 1.

Se analizaron las frecuencias de la aplicación del baremo y se encontró que el 70.3% de los participantes tuvo puntuaciones normales, el 9.9% puntuaciones bajas y el 19.8% puntuaciones altas en Desarrollo Humano (Fig. 2).

Tabla 1. Baremo de la escala EDHAI

Niveles de desarrollo humano N=270	Rango
Bajo	Menor que 2.86
Medio	Entre 2.86 y 3.64
Alto	Mayor que 3.64

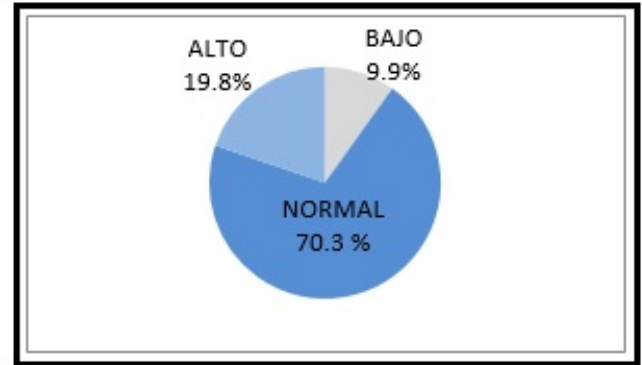


Figura 2. Porcentaje de casos en los tres niveles de desarrollo humano.

Al desglosar las puntuaciones por dimensiones de la escala, se observa que, en el nivel alto, las frecuencias son mayores en la dimensión de Congruencia/ Seguridad, seguida de Cercanía en las relaciones/ Apertura a la experiencia y finalmente en Satisfacción/Bienestar (Fig. 3).

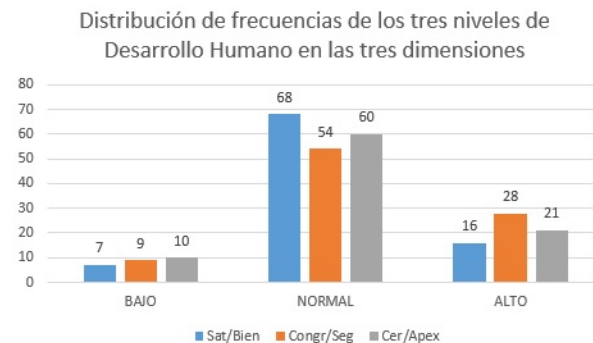


Figura 3. Frecuencias en los tres niveles de desarrollo humano, por dimensiones del EDHAI.

Enfoques de aprendizaje.

Los enfoques de aprendizaje medidos con el R-SPQ-2F se analizaron considerando los dos enfoques que mide. Se obtuvo una media de 3.50 en enfoque profundo y de 2.34 para enfoque superficial. Esto evidencia una tendencia a utilizar Enfoque profundo más que Enfoque Superficial, al momento de estudiar. El promedio esperado en ambas escalas fue de 3. Así el Enfoque profundo es mayor que el valor esperado y el enfoque superficial es

menor que el esperado La tabla 2 exhibe las medidas descriptivas: media, desviación estándar, coeficiente de variación, asimetría y curtosis obtenidas en esta variable. Enfoque profundo se distribuye aproximadamente como la normal; enfoque superficial tiene una distribución sesgada positivamente.

Tabla 2. Descriptivos de enfoques de aprendizaje.

Enfoque Aprendizaje	Media	D.E.	C. V.	Asimetría	Curtosis
Enfoque Profundo	3.50	.70	.49	-.336	.607
Enfoque Superficial	2.34	.64	.42	1.13	1.94

En cuanto al género y utilizando el análisis de varianza de un factor, se sometieron a prueba la igualdad de las medias en cada uno de los enfoques de aprendizaje y sus variantes, en relación con el género. Se encontró que no existe diferencia significativa entre las puntuaciones medias de varones y mujeres en ninguno de los enfoques de aprendizaje -ni de los subtipos-, por lo que se concluye que son iguales a las medias de la totalidad de la muestra. Tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas al comparar los puntajes obtenidos por universidad. Se encontró que la media total de enfoque profundo para estudiantes de ITSON es 3.51, para estudiantes de UNISON es 3.67 y para estudiantes de ULSA es 3.26. No obstante, la diferencia entre ellas no es significativa ($F=1.359$ y $p=.262$).

El mismo procedimiento de análisis de varianza de un factor, fue utilizado para probar la igualdad de medias en los puntajes de enfoque superficial y sus subtipos en función de la universidad. Se encontró que la media total de Enfoque superficial para estudiantes de ITSON es 2.37, para estudiantes de UNISON es 2.21 y para estudiantes de ULSA la media es 2.39. No obstante, la diferencia entre éstas no es significativa ($F=.468$ y $p=.628$).

Enfoques de aprendizaje y rendimiento académico

En este estudio se exploró también la correlación que pudiera existir entre los puntajes de enfoques de aprendizaje profundo, superficial y sus respectivos subtipos, y la variable promedio general de calificaciones reportado por los estudiantes en su carrera de psicología. Se encontró que el enfoque profundo esta correlacionado positiva y significativamente ($r=.223^*$ y $p=.038$) con el promedio de calificación. Al igual que el enfoque profundo/motivos está correlacionado positiva y altamente significativo ($r=.305^{**}$ y $p=.004$) con el

promedio de calificaciones. Cuanto mayor sea el enfoque profundo mayor es el promedio. El enfoque superficial no se correlaciona con el promedio.

El tema central de este estudio fue justamente buscar la correlación que pudiera existir entre el desarrollo humano y el enfoque de aprendizaje del estudiante a la hora de enfrentar la tarea de aprender.

Desarrollo humano y enfoques de aprendizaje y rendimiento académico

Se buscó saber de qué manera el enfoque profundo se correlaciona con el desarrollo humano. Se encontró que existe una correlación positiva y altamente significativa ($r=.456^{**}$ y $p=.000$) entre desarrollo humano y enfoque profundo; y también hay correlación positiva y altamente significativa ($r=.511^{**}$ y $p=.000$) entre desarrollo humano y enfoque profundo/motivos; y entre desarrollo humano y enfoque profundo/estrategias la correlación de Pearson encontrada fue $r=.290^{**}$ y $p=.005$.

Se exploró también la posibilidad de correlaciones entre desarrollo humano y enfoque superficial, y se encontró que dicha correlación es negativa, aunque no significativa ($r=-.133$ y $p=.210$), en cualquiera de sus dos variantes: enfoque superficial/motivos y correlación con desarrollo humano ($r=-.086$ y $p=.416$); y enfoque superficial/estrategias y correlación con desarrollo humano ($r=-.150$ y $p=.155$). Con estos elementos estadísticos, puede afirmarse que los estudiantes que emplean enfoque superficial, superficial/motivos o superficial/estrategias, tienden a tener un nivel más bajo de desarrollo humano.

Desarrollo humano, enfoque de aprendizaje y rendimiento académico

En búsqueda de una posible correlación entre las tres variables, se formó un modelo de regresión múltiple, utilizando el promedio de calificaciones (X_1), la puntuación promedio en enfoque profundo (X_2), y la puntuación promedio en enfoque superficial (X_3), como variables independientes.

$$\hat{Y} = 0,726 + 0,224X_1 + 0,192X_2 - 0,29X_3$$

La ecuación con tres variables reflejó que el coeficiente de enfoque superficial (X_3) no es significativo, por lo que el modelo quedó con dos variables (promedio de calificaciones X_1 y enfoque profundo X_2) que realmente inciden sobre el desarrollo humano. Tabla 3, despliega los cálculos del modelo de regresión múltiple, con las tres variables: desarrollo humano (variable dependiente), enfoque profundo y promedio general de calificaciones.

Así, la ecuación resultante para predecir el nivel de

Tabla 3. Coeficientes^a de regresión múltiple de Desarrollo humano, enfoque profundo y rendimiento académico.

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estand			
Constante	.651	.607		1.073	.286
Enfoque profundo	.198	.048	.386	4.111	.000
Promedio General de Calificaciones	.223	.068	.307	3.271	.002

a. Variable dependiente: desarrollo humano

desarrollo humano quedó:

$$\hat{Y} = 0,651 + 0,223X_1 + 0,198X_2$$

Esta ecuación permite predecir el nivel de desarrollo humano de un estudiante conociendo su promedio de calificaciones y de enfoque profundo. Datos del resumen del modelo de regresión en Tabla 4.

Tabla 4. Resumen del modelo de regresión múltiple

VD: Desarrollo Humano.

Mod	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.544 ^a	.296	.279	.30271	1.926

Se encontró también que el desarrollo humano y el promedio de calificaciones se correlaciona positiva y significativamente ($r = .393$ y $p = .000$); y su coeficiente de determinación es $R^2 = 0.155$.

Tabla 5. Regresión múltiple de Desarrollo humano y rendimiento académico.

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	.393 ^a	.155	.145	.32981	1.623

a. Predictores: (Constante), Promedio General de Calificaciones

b. Variable dependiente: desarrollo humano

Las Tablas 4 y 5, permiten concluir a partir de dicho modelo, que del 27.9% de la variación (R cuadrado ajustado = 0.279) de los puntajes de desarrollo humano que son explicados por las dos variables de la fórmula (Tabla 4), el 15.5% ($R^2 = 0.155$) se debe al promedio de calificaciones (Tabla 5); mientras que el 12.4% de variación en el desarrollo humano, se debe al enfoque profundo de aprendizaje.

4. Conclusiones

La validez de construcción del instrumento EDHAI, aún se debe investigar. Por la índole de la escala como medida de auto informe, tiene algunas desventajas, entre éstas: a) proporciona una estimación o creencia del estudiante respecto del nivel de la habilidad, característica o dimensión que se está pretendiendo medir, más que una puntuación quizá, de la capacidad real; b) las medidas de auto informe son propensas a los problemas de deseabilidad social; es decir, se corre el riesgo de que el estudiante sesgue sus respuestas por conformidad social. En este sentido, es necesario preguntarse qué tanto el EDHAI mide el nivel de desarrollo humano del estudiante; o qué tanto está midiendo el conocimiento de cómo debería comportarse si tuviera un nivel alto de desarrollo humano. Realmente, quizá el EDHAI, está lejos de proporcionar un índice de desarrollo humano real.

En cuanto al instrumento Cuestionario de enfoques de estudio R-SPQ-2F, en esta investigación se obtuvieron mediciones con menos error que las publicadas por los autores del instrumento [3] (Biggs, Kember y Leung, 2001). También se constató la validez de constructo de los enfoques de aprendizaje a través del cálculo de la correlación lineal entre el puntaje total de cada enfoque con sus respectivos ítems. Se obtuvieron datos que apoyan la validez de ambos constructos enfoque profundo y enfoque superficial. La medición de los enfoques de aprendizaje es confiable y válida.

De la variable desarrollo humano.

El estudio logró el objetivo de determinar el nivel de desarrollo humano de los estudiantes de psicología a punto de egresar. El 70.3% de los estudiantes de psicología mostraron un nivel medio de desarrollo humano, el 19.8% tienen un nivel alto y el 9.9% mostró un desarrollo humano bajo. Es de esperar, que por la índole de la carrera los estudiantes se desarrollen en estas dimensiones de su persona. Sin embargo, en el reporte emitido por Ruíz [2] (2004), respecto a la medición del Desarrollo Humano en los estudiantes de ingeniería de la Universidad Iberoamericana, el promedio de su muestra se posicionó en un alto nivel de desarrollo humano, resultando las mujeres con una puntuación ligeramente superior a la de los hombres, pero ambos géneros con alto desarrollo humano. Como puede apreciarse, a pesar de ser una licenciatura de ciencias duras, la medición arrojó un desarrollo humano promedio más elevado que el obtenido en esta investigación. Este resultado discrepa con lo encontrado por Harris [9] (1994), quien analizó las características de cognición, perseverancia y cuidado

afectivo en estudiantes de ingeniería, y concluyó que éstos presentan notable preferencia por la claridad en la información, alta capacidad para trabajar durante largos períodos e independencia para alcanzar sus metas, pero tienen habilidades limitadas en el manejo emotivo. Es inevitable pensar si con esa limitación, es posible que sus niveles de desarrollo humano sean altos. Por su parte Felder y cols. [10] (2002), encontraron que los estudiantes extrovertidos, sensitivos, sentimentales y perceptivos -características de alto nivel de desarrollo humano- no tienen buen desempeño en las ingenierías.

Para evaluar el impacto de formación en la licenciatura de psicología, sería interesante un estudio longitudinal que midiera el desarrollo humano al ingresar al programa, mediciones intermedias por semestre, y una medición final al concluir el programa, con la consideración de las variadas experiencias que cada participante trajera consigo a la universidad. Posteriormente compartir y reflexionar con las Instituciones de Educación Superior (IES), respecto a la importancia que otorgan al desarrollo humano en sus programas; y analizar si el perfil de egreso incluye un nivel alto de desarrollo humano. Se considera muy importante que los psicólogos obtengan puntuaciones más elevadas en desarrollo humano, pues al concluir la licenciatura participarán en el desarrollo humano de otras personas que soliciten sus servicios en cualquiera de las áreas de ejercicio profesional de la psicología. De manera que es factible, si se adjudica importancia a tal constructo, que se accionen estrategias para contribuir al máximo a lograrlo durante los ocho o nueve semestres de formación superior.

Las necesidades de formación universitaria para responder a la globalización de la educación, requieren competencias diversas, y los egresados de psicología, no escapan a esta necesidad. El psicólogo requiere tener preferencia por la claridad de la información, alta capacidad para trabajar durante largos períodos, independencia para alcanzar sus metas, y estar identificado con principios humanistas; debe tener alta capacidad para el manejo emotivo -autorregulación emocional-, ser extrovertido, sensible, perceptivos, maduro, con capacidad de juicio y para ser líder colaborativo, capacidad para el humor, inteligente socialmente, con integridad, gratitud y generosidad, capacidad de adaptación, respeto a la dignidad del ser, con visión integradora, asertividad, autoestima, compromiso social, responsabilidad, metacognición, y un proyecto de vida con proyección y previsión, entre otras.

De la variable enfoques de aprendizaje

En relación al segundo y tercer objetivo de esta investigación: Describir los enfoques de aprendizaje

predominantes de los estudiantes de psicología y si hay diferencias según el género. Se concluye que los estudiantes de psicología, tienden predominantemente a utilizar el enfoque profundo para enfrentar una tarea (media de 3.50 en enfoque profundo y una media de 2.34 para enfoque superficial). Esto no es diferente significativamente según el género, universidad en que estudia o sistema de preparatoria de procedencia. Los estudiantes utilizan enfoque profundo; y en otras circunstancias, enfoque superficial; quizá dependiendo de la situación de enseñanza, de sus motivaciones o necesidades frente a la tarea, como Esquivel y otros [11] (2009) refieren. Estos investigadores aseguran que los estudiantes seleccionan el uso de una o más estrategias de aprendizaje dependiendo de su percepción de la situación de aprendizaje, de su motivación y de las demandas de las tareas. Lo que implica que para aprender el alumno utiliza un enfoque de aprendizaje principal, y lo modifica estratégicamente, según su intención o necesidad. Habrá que indagar en los sistemas de enseñanza, estrategias didácticas y actividades docentes, entre otros, de qué manera facilitan el uso de determinado enfoque de aprendizaje en los jóvenes; o ellos por opción, motivación intrínseca o interés propio, han optado por utilizarlo. Es deseable estimular el uso del enfoque profundo, pues se sabe que está relacionado con un alto nivel cualitativo de aprendizaje, de entendimiento comprensivo, y favorece el desarrollo de las habilidades e inferencias de alta calidad, auto-motivación y resultados emocionales positivos; sería se cree, una estrategia muy importante que incidiría en el desarrollo humano en los estudiantes.

Se encontró que la utilización enfoque profundo y enfoque profundo motivos están correlacionados positiva y significativamente con el promedio de calificaciones de los estudiantes ($r=0.223^*$ y $p=0.038$; y $r=0.305^{**}$ y $p=0.004$; respectivamente). Puede esperarse entonces que, altas notas, sean reflejo del uso de enfoque profundo, y éste quizá sea un coadyuvante del desarrollo humano.

De la relación entre enfoque de aprendizaje y desarrollo humano.

Del objetivo central de esta investigación: determinar la relación existente entre el enfoque de aprendizaje y el grado de desarrollo humano de los estudiantes de psicología. Se concluye que la alta correlación encontrada entre estas dos variables ($r=.456^{**}$ y $p=.000$); tanto entre desarrollo humano y enfoque profundo-motivos ($r=.511^{**}$ y $p=.000$) como entre desarrollo humano y enfoque profundo-estrategias ($r=.290^{**}$ y $p=.005$); permite aseverar que la utilización del enfoque profundo predice un nivel más elevado de desarrollo humano en

el estudiante. Y reforzando éste hallazgo, el enfoque profundo se correlacionó de manera positiva y altamente significativa con cada uno de los tres factores en los que quedó constituido el nuevo instrumento para la medición del desarrollo humano: Satisfacción-Bienestar, Congruencia-Seguridad, Cercanía en las Relaciones y Apertura a la experiencia. Y se puede decir que la orientación hacia el desarrollo personal que tiene el estudiante, es un factor determinante en la manera en que se aproxima al nuevo contenido. Por otro lado, respecto a la correlación entre desarrollo humano y enfoque superficial, se puede concluir que los estudiantes que emplean un enfoque superficial, superficial motivos o superficial estrategias, tienden a tener un nivel más bajo de desarrollo humano, sobre todo en los factores Satisfacción-Bienestar y Cercanía en las relaciones y Apertura a la experiencia.

Los anteriores hallazgos son consistentes con lo reportado por Entwistle, "...es probable que una fuerte orientación hacia el desarrollo personal conduzca a enfoques profundos de aprendizaje, en tanto que una orientación vocacional extrínseca será afín a un enfoque predominantemente superficial" (Entwistle [12], 1988, p.76). Sería interesante constatar en futuras investigaciones si la motivación profunda o las razones para estudiar, es parte constitutiva o un factor del desarrollo humano.

En cuanto al tercer objetivo de esta investigación, relativo al análisis de las diferencias en desarrollo humano atribuibles al género, se concluye que las mujeres tienen un nivel de desarrollo humano más elevado que los hombres. Sin embargo, el resultado del análisis de regresión dejó ver que la variación en el puntaje de desarrollo humano sólo es atribuible al género en un 5 por ciento. En cuanto a las diferencias de puntuación en desarrollo humano atribuible a la universidad a la que están inscritos los estudiantes (relativo al quinto objetivo de este estudio), no hubo diferencia significativa; es decir el nivel de desarrollo humano mostrado por el estudiante, no ha dependido de la universidad en que está estudiando; aun cuando algunas IES de la región enfatizan en su perfil de egreso la preponderancia del desarrollo humano como parte de la formación. De la misma manera, el sistema de preparatoria de egreso ni la entidad federativa de la que proceden los estudiantes, incide en el nivel de desarrollo humano y sus dimensiones. En cuanto al cuarto objetivo de la investigación que consistió en determinar la relación que hay entre enfoque de aprendizaje y el promedio de calificación; el modelo de regresión múltiple formado, arrojó el promedio de calificaciones (X1) y la

puntuación promedio en enfoque profundo (X2), como variables que inciden sobre el desarrollo humano; y se utilizaron como variables independientes para predecir el nivel de desarrollo humano en los estudiantes. Aquí la ecuación:

$$\hat{Y} = 0,651 + 0,223X_1 + 0,198X_2$$

Esta ecuación permite predecir el nivel de desarrollo humano de un estudiante conociendo su promedio de calificaciones y de enfoque profundo. Y se concluye a partir de dicho modelo, que del 27.9% de la variación de los puntajes de desarrollo humano que son explicados por las dos variables de la fórmula, el 15.5% se debe al promedio de calificaciones; mientras que el 12.4% de variación, se debe al enfoque profundo de aprendizaje.

Estos datos son consistentes con los reportes de Taylor (Entwistle [12], 1988), quien encontró que las razones para estudiar, influyen poderosamente sobre el enfoque que adopta el estudiante y en su rendimiento. Y en otros hallazgos, Entwistle asegura que los procesos de pensamiento se ven afectados por factores motivacionales, relacionales y afectivos, que a su vez condicionan los conocimientos previos y la actitud con que los estudiantes enfrentan la tarea de aprender, asumiendo un enfoque profundo, superficial o estratégico. Menciona investigaciones relativas a los efectos del interés y la ansiedad en los enfoques de aprendizaje; y otros relacionados con la motivación intrínseca del estudiante realizados con Kozéki [12] y Ramsden [13] (1985 y 1983 respectivamente). En éstos, descubrió que los procesos utilizados dependían de la intención del estudiante; es decir, ante las mismas instrucciones los estudiantes las interpretan de manera que ponen de manifiesto sus intenciones diferentes. Así, los enfoques de aprendizaje reflejan la respuesta individual por el contenido y por los requisitos de evaluación. Y pueden asumirse uno u otro dependiendo de la situación.

Una aportación adicional de esta investigación es que abre el panorama de estudio de la diada desarrollo humano-enfoque de aprendizaje en todas las profesiones; además de inducir al enriquecimiento del constructo desarrollo humano y a perfeccionar instrumentos para medirlo.

Las aplicaciones de la presente investigación son múltiples, y están relacionadas con la formación y evaluación en desarrollo humano del estudiante, al inicio, durante y al egresar de un programa de licenciatura, ya sea del área humanista o de ciencias duras. Es aplicable al ejercicio de la metacognición de enfoques de aprendizaje y de la consciencia del desarrollo humano personal –una vez

enriquecida la definición y medición de dicho constructo. La limitación principal de la presente investigación, está relacionada con la dificultad de la definición de la variable desarrollo humano y su medición.

Referencias

- [1] Jacques Delors et al. La educación encierra un tesoro. los cuatro pilares de la educación. *El Correo de la UNESCO*, pages 91–103, 1994.
- [2] Mariana Ruiz Morales et al. Elaboración de un instrumento de medición del desarrollo humano para alumnos de ingeniería. 2004.
- [3] John Biggs, David Kember, and Doris YP Leung. The revised two-factor study process questionnaire: R-spq-2f. *British journal of educational psychology*, 71(1):133–149, 2001.
- [4] Cecilia Osuna and Edna Luna. Características de ser un buen profesional de ingeniería en la universidad autónoma de baja california, méxico. *Formación universitaria*, 1(1):29–36, 2008.
- [5] Edgar Morin. Los siete saberes necesarios a la educación del futuro. iesalc, 2000.
- [6] Alberto Vásquez and Raúl Fuentes. *Reflexiones a diez años: de las características de la educación de la Compañía de Jesús*, volume 4. Iteso, 1997.
- [7] Miguel Angel Polo Santillán. Ética profesional. *Gestión en el tercer Milenio*, 6(12):69–78, 2003.
- [8] Alejandro Jacobo Castelo. Confiabilidad y validez de un inventario de enfoques de estudio. *Tiempo de Educar*, 9(18):281–304, 2008.
- [9] Julie Aitken Harris. Perceptions of engineering, nursing, and psychology students' personalities. *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 26(4):484, 1994.
- [10] Richard M Felder, Gary N Felder, and E Jacquelin Dietz. The effects of personality type on engineering student performance and attitudes. *Journal of engineering education*, 91(1):3–17, 2002.
- [11] Jesús ESQUIVEL CRUZ, María Concepción Rodríguez Nieto, and Víctor Manuel Padilla Montemayor. Enfoques hacia el aprendizaje, motivos y estrategias de estudiantes de las carreras de enfermería, ingeniería y organización deportiva. *Revista de Pedagogía*, 30(87):309–331, 2009.
- [12] NJ ENTWISTLE Exzy and B Kozeki. Relationships between school motivation, approaches to studying, and attainment, among british and hungarian adolescents. *British Journal of Educational Psychology*, 55(2):124–137, 1985.
- [13] Paul Ramsden and Noel J Entwistle. Effects of academic departments on students' approaches to studying. *British journal of educational psychology*, 51(3):368–383, 1981.

Propuesta metodológica con la fase didáctica de la matemática en contexto.

L. Ruiz-Moreno ^{1,*}, S. Del Rivero-Jiménez¹, A. Faccineto-Ruiz¹

¹Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de Ciencias Básicas, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: lruiz@itesca.edu.mx

Resumen: *Se presenta como propuesta metodológica para la enseñanza de las matemáticas en el nivel de Ingeniería a la fase didáctica de la Matemática en Contexto de las Ciencias, la cual contempla una serie de pasos que el profesor debe seguir para presentar a los estudiantes una matemática contextualizada. Suficientes estudios avalan que con la implementación de esta propuesta metodológica los estudiantes se convierten en sujetos activos con un papel protagónico en su formación profesional mientras que el profesor se convierte en una guía y facilitador del conocimiento propiciando un aprendizaje significativo.*

Palabras clave: Fase didáctica, Matemática en Contexto de las Ciencias, propuesta metodológica, aprendizaje significativo.

Abstract: *This article establishes the proposed methodology for the teaching of mathematics at the level of Engineering to the learning phase of the Mathematics in Context of Science which contemplates a series of steps that the teacher must follow to present to the students a contextualized mathematics. Sufficient studies support that with the implementation of this methodological proposal, students become active subjects with a leading role in their professional training, while the teacher becomes a guide and facilitator of knowledge, promoting meaningful learning.*

Keywords: Didactic phase, Mathematics in the Context of Sciences, Methodological proposal, Significant learning.

1. Introducción

La problemática del aprendizaje de las matemáticas está presente en cualquier nivel educativo. Para el caso del nivel superior y en especial para las carreras del área de ingeniería, la matemática es considerada como una herramienta de utilidad con el fin de que el estudiante pueda hacer uso de ella para dar solución a problemas prácticos relacionados con su área de estudio, sin embargo, este fin u objetivo queda muy corto de lograrse como lo afirma Camarena [1] (1984).

“Teóricamente se estipula que la matemática en la ingeniería es una herramienta para las ciencias que las conforman. En atención a ello, los currícula exigen un cierto conocimiento en este terreno y presenta un contenido matemático que no está acorde a lo que se busca. Con relación a la enseñanza y la forma como se muestran los conceptos, las matemáticas se encuentran

lejos de ser un instrumento y soporte para la ingeniería, sin olvidar el carácter formativo que ésta ofrece.”

Un autor importante que ha contribuido en la solución de esta problemática a nivel superior es Patricia Camarena Gallardo, creadora de la Teoría denominada la Matemática en el Contexto de las Ciencias (MCC). Varios reportes de investigación sugieren que mediante el uso de esta teoría se provee a los estudiantes de las herramientas necesarias para resolver problemas, se mejoran las actitudes y habilidades que permiten tener logros en el aprendizaje de las matemáticas, contribuyendo a la resolución de fenómenos relacionados con la ingeniería [2, 3] (Trejo y Camarena, 2011a; Trejo y Camarena, 2012).

En consecuencia, se propone a la Matemática en Contexto de las Ciencias (MCC) [4] (Camarena 2000) como una estrategia metodológica para la enseñanza de las matemáticas en las carreras de Ingeniería. La MCC tiene sus orígenes en el Instituto Politécnico Nacional (IPN-México), con resultados satisfactorios sobre la enseñanza

de las matemáticas [1] (Camarena, 1984). Actualmente su uso se está haciendo extensivo a otros niveles educativos, tal es caso de las Universidades Tecnológicas mexicanas. Revista de Docencia Universitaria, Vol.11 [5] (Número especial, 2013).

Trabajar con una matemática contextualizada no es una tarea fácil ni para el profesor ni para el estudiante [6] (Trejo y Camarena, 2011) ya que se requiere integrar conocimientos matemáticos con otras áreas de conocimiento.

2. Marco teórico: La matemática en el contexto de las ciencias

En el nivel superior, específicamente en carreras donde se forman ingenieros, las matemáticas constituyen una herramienta de apoyo para su formación (Camarena, 2000, 2006b y 2008), dado que durante este proceso como en su vida profesional han de resolver problemas en donde de forma recurrente es común ver que apliquen las matemáticas; es decir, las matemáticas en este nivel se conciben como una herramienta fundamental en la resolución de problemas científicos [7] (REMATH, 2010). Covarrubias [8] (1998) define a la ingeniería como:

“Las ciencias de la transferencia, en donde se incluyen las diferentes ramas de la ingeniería (...) comparten con las ciencias puras una preocupación por la ciencia productiva, pero por otra parte tienen características bastantes diferentes: su actividad está dirigida principalmente a resolver problemas que surgen de las actividades sociales y económicas; sus graduados son normalmente empleados por la industria. Ellas persiguen asuntos o problemas ampliamente vinculados con objetivos o fenómenos hechos artificialmente y sus comunidades científicas activas en investigación en esas áreas están estrechamente vinculados con profesiones más preocupadas por la aplicación de sus resultados. Las ciencias de la transferencia juegan un papel esencial en proporcionar una interfase entre el mundo de la ciencia pura y el mundo de la industria o la problemática social. Investigan problemas concretos surgidos en todos los campos del entorno humano, vistas como campos o disciplinas”.

Sin embargo, las matemáticas se han enseñado como ciencia abstracta [9] (IST, 2010) privilegiando lo que se conoce como una la enseñanza tradicional, basada en el profesor como eje central. Lo anterior hace difícil que el estudiante transfiera el conocimiento matemático al área de su formación profesional razón por la cual Camarena [1, 10] (1984, 1995) propone que, para apoyar la construcción

del conocimiento matemático y en particular de conceptos matemáticos en el nivel superior, se necesita presentar un concepto a los estudiantes en diversos contextos del área de conocimiento de la carrera profesional, de situaciones de la vida cotidiana y de actividades de la vida laboral y profesional. La Matemática en Contexto de las Ciencias, a través de la fase didáctica, contribuye en la adquisición de las competencias matemáticas señaladas por Niss [11] (2003): a) pensar matemáticamente; b) plantear y resolver problemas matemáticos; c) modelar matemáticamente; d) argumentar matemáticamente; e) representar entidades matemáticas (situaciones y objetos); f) utilizar los símbolos matemáticos; g) comunicarse con las matemáticas y comunicar sobre matemáticas y h) utilizar ayudas y herramientas (incluyendo las nuevas tecnologías). Es así como en éste artículo se asume a la Matemática en Contexto de las Ciencias (MCC) como la estrategia metodológica para la enseñanza de las matemáticas en la carrera de un Ingeniero.

La Matemática en el Contexto de las Ciencias (MCC) (Camarena [1, 4, 12], 1984; 1995; 2000) se ha desarrollado desde 1982 a la fecha, a través de investigaciones realizadas principalmente en el Instituto Politécnico Nacional de México y reflexiona acerca de la vinculación que debe existir entre la matemática y las ciencias que la requieren, entre la matemática y las situaciones de la vida cotidiana, así como su relación con las actividades profesionales y laborales. La Matemática en Contexto de las Ciencias nace en el nivel universitario y se está llevando hacia los niveles educativos anteriores (Camarena [12], 2008).

La Matemática en Contexto de las Ciencias concibe al proceso de aprendizaje y de la enseñanza como un sistema donde intervienen las cinco fases de la teoría: curricular, cognitiva, didáctica, epistemológica y docente (fig. 1); además, hacen presencia factores de tipo emocional, social, económico, político y cultural. Como teoría, en cada una de sus fases se incluye una metodología con fundamento teórico, acorde a los paradigmas en los que se sustenta, donde se guían los pasos para el diseño curricular, se describe la didáctica a seguir, se explica el funcionamiento cognitivo de los alumnos y se proporcionan elementos epistemológicos acerca de los saberes matemáticos vinculados a las actividades de los profesionistas, entre otros.

La teoría se fundamenta en tres paradigmas: la matemática es una herramienta de apoyo y materia formativa; tiene una función específica en el nivel superior; los conocimientos nacen integrados. El supuesto filosófico

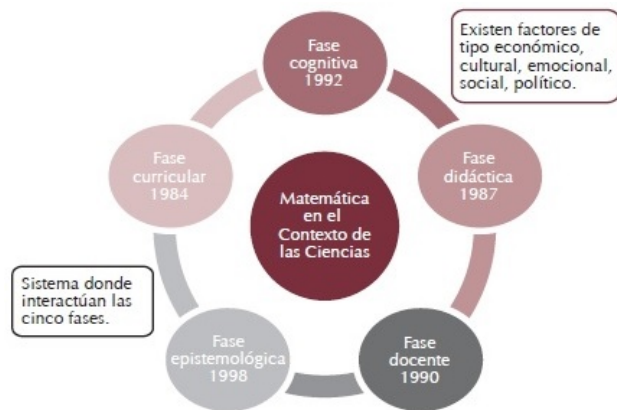


Figura 1. Fases de la MCC.

educativo de esta teoría es que el estudiante esté capacitado para hacer la transferencia del conocimiento de la matemática a las áreas que la requieren y con ello las competencias profesionales y laborales se ven favorecidas, porque se pretende contribuir a la formación integral del estudiante y a construir una matemática para la vida.

La metodología de enseñanza de las matemáticas que se propone en éste artículo incide directamente en la fase didáctica de la teoría, denominada Matemática en Contexto (MC). En ella se le solicita al estudiante trabajar con una matemática contextualizada en las áreas del conocimiento de su futura profesión en estudio, en actividades de la vida cotidiana y en actividades profesionales y laborales, todo ello a través de eventos contextualizados, los cuales pueden ser problemas o proyectos.

La Matemática en Contexto contempla nueve etapas.

1. Determinación de los eventos o problemas matemáticos contextualizados.
2. Planteamiento del evento o fenómeno contextualizado.
3. Determinación de las variables (dependientes, independientes y controladas) y las constantes del problema.
4. Inclusión de los temas y conceptos matemáticos para abordar el desarrollo del modelaje y su solución, así como los temas indispensables de las disciplinas del contexto.
5. Determinación del modelo matemático.
6. Solución matemática del problema.
7. Determinación de la solución requerida por el problema en el ámbito de las disciplinas del contexto.

8. Interpretación de la solución en términos del problema y áreas de las disciplinas del contexto.
9. Descontextualización de los conceptos y temas a tratarse en el curso.

Actividades previas por parte del profesor de matemáticas.

Para llevar a cabo los 9 pasos de la matemática en contexto se requiere que el profesor realice con anterioridad las siguientes etapas.

Etap 1. Selección del evento contextualizado.

Para lograr esto, se tienen varias alternativas:

- a) Explorar los programas de estudio de la carrera de Ingeniería con el propósito de detectar posibles aplicaciones de las matemáticas y del tema o temas a abordar;
- b) Trabajar con problemas reales vinculados con la industria.
- c) Que los estudiantes propongan un problema de interés a resolver.

Etap 2. Identificación de conocimientos previos de matemáticas y de la disciplina con la que se trabaja. En esta etapa es tarea del profesor la identificación de nociones previas con las que cuenta el estudiante (matemáticas y de la disciplina de apoyo). Para lo cual deberá resolver de manera anticipada el/los eventos para determinar los conocimientos previos que requiere el estudiante para dar solución al problema y a partir de esto el docente puede diseñar o rediseñar actividades y apoyar la construcción de conocimientos significativos (Ausubel, 1990), además es una oportunidad para identificar los obstáculos (didácticos, epistemológicos, cognitivos u ontogénicos) que el mismo y sus estudiantes pueden enfrentar en la resolución del evento contextualizado.

Etap 3. Generar la propuesta didáctica o situación de aprendizaje. En esta etapa el profesor debe plantear el o los eventos contextualizados a resolver.

Etap 4. Puesta en acción de la propuesta didáctica. En esta etapa el profesor es guía y debe estar dispuesto a resolver dudas y coadyuvar al logro del objetivo de la solución al evento contextualizado transitando por los 9 pasos de la MCC.

3. Conclusiones

Los estudiantes en general muestran poco interés por las aplicaciones matemáticas aun cuando es a través de ellas

que se resuelven de forma efectiva diversos problemas de la ingeniería, por lo que debe modificarse la metodología de la enseñanza de las matemáticas buscando estrategias que acerquen a los estudiantes a su especialización y puedan lograr desarrollar competencias y habilidades que le permitan un buen desarrollo profesional. Este artículo se presentó de una forma muy general, en un trabajo posterior se desarrollará como se aplican los nueve pasos de la teoría de la MCC con un problema específico de alguna carrera de Ingeniería que ofrece ITESCA.

Referencias

- [1] Gallardo Patricia Camarena. El currículo de las matemáticas en ingeniería. *Memorias de las Mesas redondas sobre definición de líneas de investigación en el IPN*, pages 21–25, 1984.
- [2] Elia Trejo and Patricia Camarena. Concepciones de los profesores y su impacto en la enseñanza de un sistema de ecuaciones lineales con dos incógnitas. 2011.
- [3] TE Trejo, GP Camarena, and TN Trejo. La enseñanza de las ecuaciones diferenciales en el contexto de la química. In *Memorias del 5to. Congreso Internacional sobre la enseñanza y aplicación de las matemáticas*, 2012.
- [4] G Patricia Camarena. Informe del proyecto de investigación titulado: “etapas de la matemática en el contexto de la ingeniería”. *México, esime-ipn*, 2000.
- [5] Patricia Camarena Gallardo and DF MÉXICO. Aportaciones de investigación al aprendizaje y enseñanza de la matemática en ingeniería. *Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, México*, pages 1–47, 2010.
- [6] Elia Trejo Trejo, Patricia Camarena Gallardo, and Natalia Trejo Trejo. Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *REDU: Revista de Docencia Universitaria*, 11(1):397, 2013.
- [7] David Anderson and Samson Nashon. Predators of knowledge construction: Interpreting students’ metacognition in an amusement park physics program. *Science Education*, 91(2):298–320, 2007.
- [8] José Manuel Covarrubias. Tres documentos sobre la formación de ingenieros. *Ingenierías*, 1(1):5–9, 1998.
- [9] V Apostolopoulou and E Dafni. Information society technologies (ist) programme reposit.
- [10] Patricia Camarena. La matemática en el contexto de las ciencias en los retos educativos del siglo xxi. *Científica*, 10(4):167–173, 2006.
- [11] Mogens Niss. Mathematical competencies and the learning of mathematics: The danish kom project. In *3rd Mediterranean conference on mathematical education*, pages 115–124, 2003.
- [12] GP Camarena. Teoría de la matemática en el contexto de las ciencias. *Actas del III Coloquio Internacional sobre Enseñanza de las Matemáticas*, pages 83–107, 2008.

Reconocimiento de escritura a mano alzada utilizando redes neuronales (Backpropagation)

I.A. Pazos-Montoya¹, J.A. Amaya-Tequida¹, J.G. Castro-Lugo^{2,*}, J.E. Palomares-Ruiz², F. Muñoz-Beltrán²

¹Estudiante de la maestría en Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Subdirección de investigación y posgrado, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: jcastro@itesca.edu.mx

Resumen: *En años recientes existe un notable interés en el desarrollo de la investigación aplicada relativa al uso de redes neuronales artificiales, buscando solucionar problemas matemáticos complejos o propios de diversas ingenierías, uno de estos problemas es la transcripción de textos escritos a mano alzada a un formato digital, esto permite pensar en la creación de una red neuronal que pueda identificar caracteres o patrones de escritura en papel para su digitalización de una forma más simple y precisa. Para lograr esto, primeramente se utiliza el lenguaje de programación Python y redes neuronales multicapa con Backpropagation, después se desarrolló una red neuronal multicapas para identificar palabras escritas y capturadas en formato de imagen para su transcripción a digital. En este trabajo se determinó, que si bien las redes neuronales tienen un gran poder, se necesita un preprocesamiento para un obtener un mejor funcionamiento o dicho de otra manera para la interpretación de imágenes resulta más eficiente el emplear redes neuronales convolucionales.*

Palabras clave: Backpropagation, Redes neuronales, Reconocimiento, Caracteres, Python.

Abstract: *In recent years there has been a great development in the applied research of artificial neural networks, seeking to solve problems, whether complex or every day, one of these problems is the transcription of texts written in pen to digital, this allows us to think about the creation of a network that can identify characters or writing patterns on paper for digitization. Using Python programming language and multilayer neural networks with Backpropagation, a neural network was developed capable of identifying words written in images for their transcription to digital, although neural networks have great power, a preprocessing is needed for a better operation. otherwise for image interpretation it is more efficient to use convolutional neural networks.*

Keywords: Backpropagation, Neural Network, Recognition, Characters, Python.

1. Introducción

Las redes neuronales artificiales, conocidas como RNA por sus siglas en inglés, son básicamente modelos matemáticos que intentan reproducir o asimilar el funcionamiento del sistema nervioso, constituido por un conjunto de neuronas o nodos interconectados entre si. Estas pueden ser aplicadas a la solución de diversos problemas que se presentan en diferentes áreas de la ciencia, como: neurociencias, matemáticas, estadística, física, ciencias de la computación y la ingeniería [1, 2].

Las redes neuronales encuentran aplicaciones en campos tan diversos como el modelado, análisis de series temporales, reconocimiento de patrones, procesamiento de señales y control en virtud de una propiedad importante: la capacidad de aprender de los datos de entrada con o sin un maestro [3-8].

Entre 1985 y 1986, Rumelhart, Hinton y Williams actualizaron el conocimiento de las RNA y crearon un nuevo método con más niveles de neuronas llamado Backpropagation [9, 10].

Este método consiste en que una vez que se aplica un patrón de entrenamiento a la entrada de la red, este se propaga desde la primera capa a través de las capas

subsecuentes de la red, hasta generar una salida, la cual es comparada con la salida deseada y se calcula una señal de error para cada una de las salidas, a su vez esta es propagada hacia atrás, empezando de la capa de salida, hacia todas las capas de la red hasta llegar a la capa de entrada, con la finalidad de actualizar los pesos de conexión de cada neurona, para hacer que la red converja a un estado que le permita clasificar correctamente todos los patrones de entrenamiento [9, 11, 12].

2. Desarrollo

El objetivo de esta investigación consistió en diseñar una red neuronal artificial (RNA) y utilizar en esta el algoritmo de Backpropagation con la finalidad de identificar las letras del abecedario que contenían los textos escritos a mano y con esto se realizara la transcripción de palabras escrita en papel a un formato digital de texto en letra de molde, comprobando el funcionamiento de una RNA en el procesamiento de imágenes para encontrar patrones de escritura, como se ha realizado en diversas investigaciones previas, principalmente en la identificación de caracteres de escritura árabes y de la cultura hindú, así como culturas primitivas [1, 13–16].

2.1. Variables de muestreo

El proyecto se desarrolló con un banco de imágenes de muestreo previamente obtenido y adaptado para el adecuado procesamiento de la red, el cual consistió de imágenes de 30x30 bits monocromáticas, en ellas se encuentran dispuestas las letras de muestreo para el aprendizaje de la red neuronal, con un total de 10 imágenes por letra (variaciones de escritura de la misma). Un ejemplo de imagen se muestra en la Fig. 1.



Figura 1. Imágenes de muestreo.

2.2. Desarrollo de software RNA

Para el desarrollo del Software se utilizó el lenguaje de programación Python 3 con el entorno de programación Visual Studio Code. Con estas herramientas se creó un código en el cual es posible el crear redes neuronales dinámicas, donde se puede variar el límite de épocas, el

error permitido, número de capas, cantidad de neuronas y la función de activación que se utilizará.

Primeramente se programó una función de activación sigmoial y su derivada como se muestra en la Fig. 2.

```
# funcion de activacion y su derivada
def sigmoid(x, deriv = False):
    if deriv:
        return x * (1-x)
    return 1/(1+np.e**(-x))
```

Figura 2. Función de activación.

Después se programa la función para el error cuadrático medio y su derivada como se muestra en la Fig. 3.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (observed_i - predicted_i)^2$$

```
# Error cuadratico medio y su derivada
def MSE(Yp, Yr, deriv = False):
    if deriv:
        return (Yp - Yr)
    return np.mean((Yp-Yr)**2)
```

Figura 3. Error cuadrático medio.

Enseguida, se crean dos clases, una para la red neuronal (NeuralNetwork) y otra que serán las capas de la red (Layers) y que servirán para crear un esqueleto para la aplicación de la red neuronal deseada, este procedimiento se muestra en la fig. 4.

```
class Layer:
    def __init__(self, con, neuron):
        self.b = np.random.rand(1, neuron) * 2 - 1
        self.W = np.random.rand(con, neuron) * 2 - 1

class NeuralNetwork:
    def __init__(self, top = [], act_fun = sigmoid):
        self.top = top
        self.act_fun = act_fun
        self.model = self.define_model()
```

Figura 4. Clases principales de la RNA.

Al introducir un parámetro de estructura en la clase NeuralNetwork se crea una RNA con el número de capas y neuronas deseadas, esta a su vez crea una red de 5 capas con 900 neuronas en la primera, 450 en la segunda, 86 en la tercera, 86 en la cuarta y 27 en la capa final, este proceso se muestra en la parte superior de la Fig. 5, y en la parte baja se muestra el código para la generación de la RNA.

```
NeuralNetwork(top = [900,450,86,86,27],
```

```
def define_model(self):
    NeuralNetwork = []
    #Crea una RNA con el numero de capas y neuronas Deseadas
    for i in range(len(self.top[:-1])):
        NeuralNetwork.append(Layer(self.top[i], self.top[i+1]))
    return NeuralNetwork
```

Figura 5. Creación de la estructura RNA

A continuación, se crea un ciclo en la red para que pueda efectuarse una propagación de la primera a la última capa, realizando una multiplicación matricial de entradas por pesos, estos pesos ya están previamente inicializados por parámetros aleatorios que oscilan entre 1 y -1, después del entrenamiento se podrán introducir los valores aproximados en la función de activación mostrada en la fig. 6.

```
out = [(None, X)]

for i in range(len(self.model)):
    z = out[-1][1] @ self.model[i].W + self.model[i].b
    a = sigmoid(z, deriv = False)
    out.append((z, a))
```

Figura 6. Propagación RNA

Ahora se procede a realizar la modificación de pesos y bias (sesgo) utilizando la regla delta y la función de error cuadrático medio, para hacer Backpropagation y ejecutar la corrección de pesos de atrás hacia delante, la función y el código relacionada con este proceso se muestra en la fig. 7.

$$\omega_j = \omega_j - \gamma \cdot \Delta\omega_j = \omega_j - \gamma \cdot \frac{\partial E}{\partial \omega_j}$$

```
for i in reversed(range(len(self.model))):
    z = out[i+1][0]
    a = out[i+1][1] (variable model: list)
    if i == len(self.model) - 1:
        deltas.insert(0, MSE(a, Y, deriv = True) * sigmoid(a, deriv = True))
    else:
        deltas.insert(0, deltas[0] @ _W.T * sigmoid(a, deriv = True))]
    _W = self.model[i].W

self.model[i].b = self.model[i].b - np.mean(deltas[0], axis = 0, keepdims = True) * learning_rate
self.model[i].W = self.model[i].W - out[i][1].T @ deltas[0] * learning_rate
```

Figura 7. Backpropagation RNA

Finalmente, se definen las condiciones de paro, las mismas podrán definirse por medio de un número de iteraciones predefinidas o la consecución de un error menor o igual al definido desde el principio. Esto le indicará a la red neuronal que de por concluido el proceso ya sea por el cumplimiento de cierto número de épocas determinado inicialmente, o por la obtención de un error menor al fijado inicialmente, como se muestra en la fig. 8.

```
for k in range(epochs):
```

```
print(MSE(out[-1][1],Y,deriv=False))
if error > MSE(out[-1][1],Y,deriv=False):
    break
```

Figura 8. Limitación de aprendizaje de la RNA

Teniendo ya un programa capaz de crear una RNA, ahora se desarrolla una red neuronal que contenga 900 entradas en su primera capa, con la finalidad de que esta pueda recibir un vector plano en el que se encuentra la información de una foto monocromática de 30x30 bits y una salida de 27 neuronas, esto representa una salida por cada una de las letras del abecedario. Además se deben considerar las particularidades de la red neuronal como son: la función de activación, las capas, neuronas, épocas y error deseado, la programación relativa a esto se muestra en la fig. 9.

```
# Se crea la red con sus especificaciones
brain_xor = NeuralNetwork(top = [900,450,86,86,27],
                            act_fun = sigmoid)
# Se crean salidas deseadas
f = np.array(lectoreimagenes.salidas_deseadas())
# se crean los valores de aprendizaje
g = np.array(lectoreimagenes.Variables_aprendisaje())
# se manda a aprender la Red
brain_xor.fit(X = g, Y = f, epochs = 100000,
              learning_rate = 0.005, error = 0.001)
```

Figura 9. Creación y aprendizaje de la RNA

2.3. Adquisición de datos para RNA

Con el banco de letras como variables de aprendizaje, se procede a transformar cada letra de una matriz 30x30 a un vector lineal de 900 valores, después se crea una matriz de Nx900, donde N es el número de letras de aprendizaje introducidas en el sistema, como se muestra en las fig. 10 y 11.

```
#Abre la imagen
def abrir_imagen(im):
    ruta = ("C:/Users/chuma/OneDrive/D
    im = Image.open(ruta)
    # im.show()
    return im
#Crea un Vector de 1x900
def vector_imagen(vma):
    x = np.shape(vma)[0]
    vector_imagen = []
    for i in range(x):
        return vector_imagen
```

Figura 10. Apertura de imagen y transformación en vector de 900 valores

```
x=""
datos = []
for i in range(10):

    if i+1== 10:
        ruta= "A/a"+str(i+1)+".bmp"
    else:
        ruta = "A/a0"+str(i+1)+".bmp"
    y = np.asarray(abrir_imagen(ruta))

    datos.append(vector_imagen(y))
```

Figura 11. Creación de matriz de aprendizaje 270x900

Ya contando con las entradas deseadas, se procede a crear las salidas, las cuales se pueden mostrar como una matriz identidad de 27x27 por el hecho de que cada letra tendrá una neurona de salida y que se crea una salida deseada por cada vez que se introduce una letra, un ejemplo de esto sería; para A su salida será Salida[0][0] = 1 y para Z será Salida[26][26]= 1, este procedimiento se muestra en la fig.12.

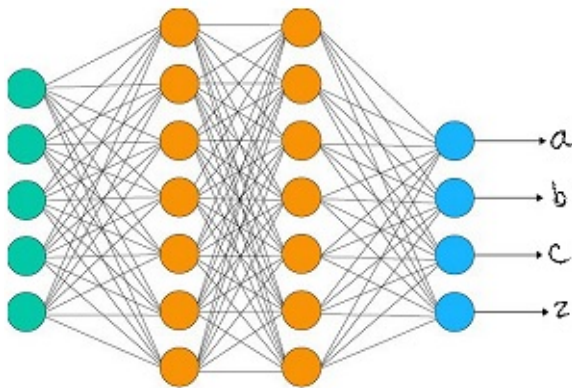


Figura 12. Representación de salida de la RNA

Tomando en cuenta este principio, se genera una matriz la cual tendrá las salidas deseadas para cada valor de aprendizaje, Fig. 13.

```
def salidas_deseadas():
    x= np.identity(27)
    out = []
    for i in range(np.shape(x)[0]):
        for l in range(10):
            out.append(x[i][:])
    return out
```

Figura 13. Creación de salidas deseadas.

Una vez obtenida la red que puede recibir imágenes para identificar caracteres de escritura, se pasó a desarrollar otra función la cual puede descomponer palabras en

matrices de 30x30 y luego en vectores de 900 valores, para después formar matrices de Nx900, donde N es el número de letras que tiene la palabra, descomponiendo la palabra letra por letra, este procedimiento se muestra en la Fig. 14.

```
def prediccion_imagenes(x, neuronal):
    tmp = "Ejemplos/"+ x + ".bmp"
    y =np.asarray(abrir_imagen(tmp))
    f = int(np.shape(y)[1]/30)
    j=0
    p=30
    arrtmp = []
    for i in range(f):
        for l in range(30):
            arrtmp.extend(y[l][j:p])
        j= j+30
        p= p+30
    Prediccion(np.asarray(neuronal.predict(arrtmp)))
    arrtmp=[]
```

Figura 14. Descomposición de la palabra para su lectura.

2.4. Prueba de la red

Una vez construida la RNA, esta se probó con los datos que se muestran en la Fig. 9, con lo que se obtuvo un error mínimo y el número de época en la que se detuvo. Esto sirve para dar paso a la validación de imágenes y convertir la palabra a un formato de texto digital. Un ejemplo de dicho proceso se observa en la Fig. 15.

```
PS C:\Users\chuma\OneDrive\Documentos\Ejemplos\chuma\AppData\Local\Programs\Python\Python39-9775\pythonFiles\lib\python\debugpy\launcher.py'
0.0009949667041061617
epochas 3558
NeuralNetwork Successfully Trained
Nombre del archivo:
[]
```

Figura 15. Aprendizaje de la RNA, para la identificación.

Al proveer como entrada una palabra compuesta del banco de letras de aprendizaje, vemos que la red efectivamente reconoce las letras con las que estuvo aprendiendo, en la Fig. 16 a) se observa inicialmente en la parte superior la palabra enviada como entrada en formato de imagen, y como las letras que predijo son exactamente las que forman la palabra de entrada, las cuales se observan en forma de cascada en la parte inferior de la imagen, Fig. 16 b). Cabe recordar que esta palabra se encuentra conformada de letras con las que se entrenó a la red neuronal.



Figura 16. Prueba de aprendizaje de la RNA.

Por último se procedió a introducir una nueva palabra, aunque en realidad es la misma, por lo que se espera que la red pueda leerla correctamente, pero ahora esta se encuentra escrita con letras distintas a las del entrenamiento, nuevamente en papel y digitalizando la imagen para probar si la red podía reconocer los caracteres escritos, el resultado arrojó que, aunque se cuenta con un tasa de error relativamente pequeño para el entrenamiento, la red necesita de un banco mas grande de datos para aprender y mejorar el acierto en sus caracteres. Como se muestra en la fig.17. La red sólo logra acertar en un 20% de las letras que conforman la palabra que se introduce a la red, es decir, de 5 letras sólo logra decifrar una.



Figura 17. Predicción de palabras de la RNA.

Esto a pesar de que para nuestra interpretación a través del ojo humano, es relativamente fácil. Es decir la escritura de la palabra no varía abruptamente.

3. Conclusiones

La red neuronal tiene un gran potencial el cual puede aprender e imitar comportamiento lineales y no lineales o como en el caso de este trabajo la caracterización de patrones, se observó que la RNA que se generó si aprendió adecuadamente con el banco de datos de aprendizaje que se le proporcionó, pero para la identificación de palabras o letras nuevas, aunque parezcan similares, se dificulta la predicción correcta de las letras que conforman la palabra, por lo que en general necesita un base de datos más robusto que le permita un mejor aprendizaje.

Se realizó una extensa búsqueda del estado del arte que guardan las investigaciones similares a esta, y se encontró que se requiere de un banco de datos de aprendizaje de aproximadamente 60,000 imágenes para poder crear un RNA que cumpliera con un 95% de aciertos. Para cumplir estos porcentajes de acierto, se necesita que el escrito este en unos parámetros establecidos para que pueda ser interpretado correctamente. Este banco de datos puede ser obtenido del sitio web de google en su librería TensorFlow. En conclusión se obtuvo relativamente una buena respuesta de la RNA en el trabajo de investigación, solo que para mejorar el funcionamiento de una RNA con identificación de imágenes se requiere de un pre procesamiento para poder trabajar con imágenes a color y sin patrones estrictos de dimensiones, lo cual se tendría que efectuar con una RNA convolucional, las cuales aumentan el rendimiento y pueden encontrar caracteres y patrones más específicos en las imágenes, ya sea encontrar detalles como lo son: ojos, narices, perros, carros, semáforos y una infinidad de patrones.

Referencias

- [1] Wilmer Rivas Asanza and Bertha Mazón Olivo. Redes neuronales artificiales aplicadas al reconocimiento de patrones. *Editorial UTMACH*, 2018.
- [2] Eben Siregar, Herman Mawengkang, Erna Budhiarti Nababan, and Anjar Wanto. Analysis of backpropagation method with sigmoid bipolar and linear function in prediction of population growth. In *Journal of Physics: Conference Series*, volume 1255, page 012023. IOP Publishing, 2019.
- [3] Sun-Chong Wang. Artificial neural network. In *Interdisciplinary computing in java programming*, pages 81–100. Springer, 2003.

- [4] Martin T Hagan, Howard B Demuth, and Mark Beale. *Neural network design*. PWS Publishing Co., 1997.
- [5] Ray J Frank, Neil Davey, and Stephen P Hunt. Time series prediction and neural networks. *Journal of intelligent and robotic systems*, 31(1):91–103, 2001.
- [6] Mary M Poulton, Ben K Sternberg, and Charles E Glass. Neural network pattern recognition of subsurface em images. *Journal of Applied Geophysics*, 29(1):21–36, 1992.
- [7] Yu Hen Hu and Jeng-Neng Hwang. Handbook of neural network signal processing, 2002.
- [8] Shun-ichi Amari and Andrzej Cichocki. Adaptive blind signal processing-neural network approaches. *Proceedings of the IEEE*, 86(10):2026–2048, 1998.
- [9] David E Rumelhart, Geoffrey E Hinton, and Ronald J Williams. Learning internal representations by error propagation. Technical report, California Univ San Diego La Jolla Inst for Cognitive Science, 1985.
- [10] David E Rumelhart, Geoffrey E Hinton, and Ronald J Williams. Learning representations by back-propagating errors. *nature*, 323(6088):533–536, 1986.
- [11] Shun-ichi Amari. Backpropagation and stochastic gradient descent method. *Neurocomputing*, 5(4-5):185–196, 1993.
- [12] Erik M Johansson, Farid U Dowla, and Dennis M Goodman. Backpropagation learning for multilayer feed-forward neural networks using the conjugate gradient method. *International Journal of Neural Systems*, 2(04):291–301, 1991.
- [13] Sk Md Obaidullah, Amitava Bose, Himadri Mukherjee, KC Santosh, Nibaran Das, and Kaushik Roy. Extreme learning machine for handwritten indic script identification in multiscript documents. *Journal of Electronic Imaging*, 27(5):051214, 2018.
- [14] S Basavara] Patil and NV Subbareddy. Neural network based system for script identification in indian documents. *Sadhana*, 27(1):83–97, 2002.
- [15] Husam A Al Hamad and Raed Abu Zitar. Development of an efficient neural-based segmentation technique for arabic handwriting recognition. *Pattern Recognition*, 43(8):2773–2798, 2010.
- [16] L Deravignone and G Macchi Jánica. Artificial neural networks in archaeology. *Archeologia e Calcolatori*, 17:121–136, 2006.

Levitador Neumático utilizando lógica difusa

A.A. Chacón-Viguería¹, R.A. López Olivarría¹, J.E. Ruelas-Ruiz^{2,*}, A. Ramirez-Treviño², D. Rodríguez-Rendón²

¹Estudiante de la maestría en Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Subdirección de investigación y posgrado, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: eruelas@itesca.edu.mx

Resumen: *La capacidad de controlar un fenómeno es una habilidad necesaria al trabajar con procesos automatizados, sin embargo, existen diferentes técnicas de control y cada una de ellas requiere de distintas cosas. La lógica difusa permite el control de fenómenos en los cuales se tiene a algún individuo el cual conoce el proceso a controlar con gran detalle, de tal forma que esta inteligencia artificial es capaz de replicar el conocimiento del experto en otras máquinas. En el presente proyecto se emplea un levitador neumático para aplicar el procedimiento de la lógica difusa para el control de la posición de un objeto, llegando a estabilizarlo incluso después de alguna perturbación.*

Palabras clave: Lógica difusa, Posición, Levitador Neumático.

Abstract: *The ability to control a phenomenon is a necessary skill when someone is working with an automated processes, however, there are different control techniques and each of them requires different things. Fuzzy logic allows the control of phenomena in which you have an individual who knows the process to control in great detail, so that this artificial intelligence is layers of replicating the knowledge of the expert in other machines. In the present project, a pneumatic levitator is used to apply the procedure of fuzzy logic to control the position of an object, reaching to stabilize it even after some disturbance.*

Keywords: Fuzzy Logic, Position, Pneumatic Levitator.

1. Introducción

El presente trabajo expone la metodología empleada para obtener un control inteligente para un levitador neumático haciendo uso de lógica difusa.

El levitador es un proyecto común que permite poner a prueba la efectividad de distintos sistemas de control ya que presenta las variables comunes de posición, velocidad y aceleración.

Los levitadores pueden estar contruidos empleando distintos elementos, y dependerá del elemento la variable a controlar, por ejemplo, en el caso de un levitador magnético se debe variar el campo magnético, o en el caso de un levitador neumático, como es este caso, se debe variar el flujo de aire.

Por su parte, la lógica difusa emplea variables lingüísticas las cuales requieren de un conocimiento profundo de las variables de los elementos a controlar, este conocimiento es

comúnmente adquirido con la experiencia, sin embargo, es imposible enseñar experiencia por lo que tomar un proceso fácilmente comprensible puede servir para practicar dicho control.

2. Marco Teórico

2.1. Levitador neumático

La levitación se conoce como la suspensión de un cuerpo en el aire, existen varios tipos de levitación dependiendo del medio que genera la fuerza de empuje, esta puede ser magnética, acústica, óptica, electrostática o neumática, Para este proyecto se utiliza la levitación neumática por brindar un transporte ágil, limpio y con poco rozamiento mecánico y por lo tanto disminuye el desgaste en las piezas que conforman el sistema.

Un levitador neumático empleara un flujo de aire continuo lo cual permitirá mantener un objeto en una determinada posición, este flujo de aire deberá poder ser manipulado a

voluntad del usuario para que este pueda regular el flujo que se necesita para mantener el objeto en su lugar. Para causar perturbaciones en el sistema es posible implementar un sistema para añadir más peso al objeto que se está levitando o modificar el flujo que está llegando a este agregando o removiendo conexiones al tubo de viento que aumenten o disminuyan el flujo de aire. [1-5]

2.2. Lógica difusa

La lógica difusa deriva de la tradicional, y es más cercana a la forma del pensamiento humano.

La lógica difusa se basa en el hecho de que una afirmación no tiene por qué ser ni cierta ni falsa, sino que se verificará en un cierto grado. Los predicados difusos se aplican a los elementos del conjunto en ese cierto grado.

Existe un principio que permite la generalización de conceptos matemáticos de Conjuntos Clásicos a la teoría de Conjuntos Difusos.

En los conjuntos clásicos se asigna el valor 0 en caso de que el valor no pertenezca al conjunto y 1 si pertenece. Esta función se puede generalizar de forma que los elementos del conjunto pertenezcan a un rango entre 0 y 1. Esta función se llama “función de pertenencia” y el conjunto definido por dicha función “conjunto difus” Ec 1.

$$\mu_A = \chi \rightarrow [0, 1] \quad (1)$$

Siendo,

μ_A la función de pertenencia.

A el conjunto difuso.

[0,1] el intervalo de números reales.

Existen dos tipos operaciones que se pueden realizar con los conjuntos difusos que son la inferencia y la composición.

Las operaciones de inferencia son las primeras en ser aplicadas y estas pueden ser de producto que se efectúa escalando la salida difusa al valor menor los conjuntos difusos anteriores, o puede usarse el mínimo el cual elimina de la salida difusa todo valor superior al valor mínimo de los conjuntos difusos.

Una vez aplicada la inferencia se puede realizar la composición con las salidas difusas obtenidas, de igual manera existen dos formas de hacerlo, una es empleando el máximo el cual une todas las salidas dejando únicamente el máximo valor que se obtiene en la salida difusa, o se puede emplear la suma la cual realiza una la adición de los valores según sean las salidas obtenidas.

Las funciones de pertenencia son empleadas para fusificar las entradas, estas dependerán del proceso a llevar a cabo y se pueden emplear diferentes formas de función para este propósito, las más comunes se presentan a continuación.

Gamma:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b \\ 1, & x \geq b \end{cases}$$

Lambda:

$$f(x) = \begin{cases} 1, & x < a \\ \frac{b-x}{b-a}, & a \leq x < b \\ 0, & x \geq b \end{cases}$$

Triangular:

$$f(x) = \begin{cases} 0, & x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & a \leq x < b \\ \frac{c-x}{c-b}, & b \leq x < c \\ 1, & x \geq c \end{cases}$$

La lógica difusa, se basa en reglas de la forma SI (antecedente) ENTONCES (consecuente).

Los métodos de inferencia para las reglas deben ser sencillos y eficientes. Para escoger una salida concreta a partir de las hipótesis, el método más usado es el ‘centroide’, en el que la salida final será el centro de gravedad del área resultante.

Si las reglas no son formuladas por expertos, son aprendidas por el sistema, éste hace uso de redes neuronales.

A pesar de la variedad de reglas difusas, se suelen emplear las de Mamdani y las de Takagi-Sugeno (TS).

Reglas difusas de Mamdani:

IF (x1 is A AND x2 is B AND x3 is C) THEN (u1 is D, u2 is E).

Donde,

- x1, x2 y x3 son variables de entrada.
- A, B y C son funciones de pertenencia de entrada.
- U1 y U2 son las acciones de control.
- D y E son las funciones de pertenencia de salida.
- AND es un operador lógico difuso (podría ser cualquier otro operador lógico).

con las ventajas:

- Intuitiva.
- Amplia aceptación.
- Adaptada a la incorporación de conocimiento y experiencia.

El proceso de aplicación de la lógica difusa es el siguiente:

1. Obtener dato de entrada.
2. Fusificación.
3. Evaluación de las reglas de inferencia.
4. Defusificación
5. Dato de salida.

Finalmente, para obtener el valor de salida deseado es necesario calcular el centroide la evaluación salida difusa después de la composición, para ello se puede hacer uso de la siguiente formula:

$$\text{Centroide} = \frac{\text{Momento}}{\text{Área}} = \frac{\sum \int f(x)xdx}{\sum \int f(x)dx}$$

El valor que se obtiene es correspondiente al eje 'x' el cual es el valor de salida, la componente 'y' no es necesaria de calcular. [6-8]

3. Desarrollo

En el desarrollo del levitador neumático se empleó un modelo simple de un tubo con un ventilador en la parte inferior junto con una placa Arduino, su programación fue llevada a cabo con Arduino.

3.1. Prototipado

El prototipo usado fue hecho con un tramo de tubo de 2 pulgadas de ancho junto con un ventilador de computador unido en su base, este es el que se ve en la Fig. 1.

En la parte superior del tubo se empleó un sensor infrarrojo gp2y0a21 el cual permite mediciones desde los 10-80cm. El empleo de un sensor infrarrojo es debido a que como su ubicación es la parte superior recibirá un flujo de aire, este flujo de aire podría interferir con otros tipos de sensores de medición.

El tubo cuenta con pequeñas aberturas marcadas cada 10cm las cuales permiten, por una parte observar la posición del objeto en levitación y, por otro lado ayudaran a causar perturbaciones en el sistema.

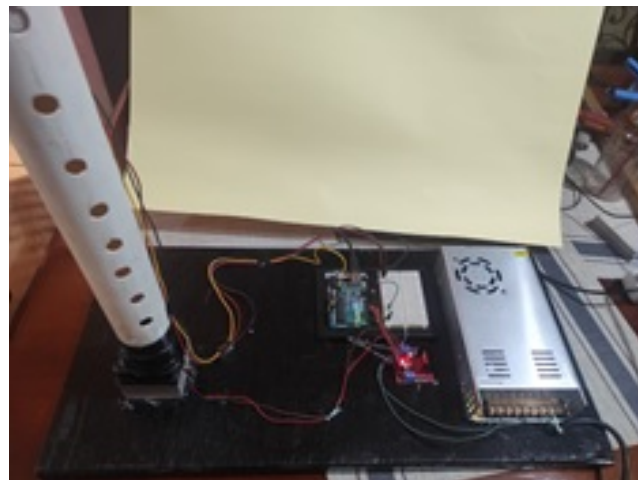


Figura 1. Levitador neumático

3.2. Conjuntos difusos y reglas

Se emplearon un total de tres conjuntos difusos, uno para la salida y dos para las entradas, cada conjunto difuso está dividido por seis variables lingüísticas con funciones de membrecía triangular.

Para el caso de la salida difusa se emplearon los términos de Nada de potencia (N), Muy poca potencia (MP), Poca potencia (P), Potencia Media (E), Mucha potencia (M), Mucha más potencia (MM), Toda la potencia (T), haciendo referencia a la salida PWM del Arduino, las cuales se distribuyeron como se observa en la Fig. 2.

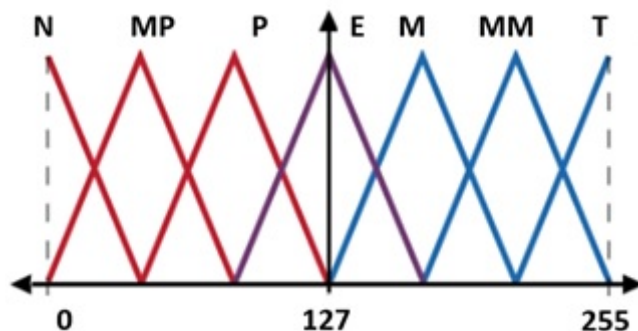


Figura 2. Conjunto difuso salida

Para el caso de la primera entrada difusa se emplearon los términos de Muy Encima (ME), Algo Encima (AE), Poco Encima (PE), Estable (E), Poco Abajo (PA), Algo Abajo (AA), Muy Abajo (MA), haciendo referencia al error respecto a la posición del objeto levitando y su posición deseada, las cuales se distribuyeron como se observa en la Fig. 3.

Para la segunda entrada difusa se emplearon los términos de Subió Rápido (SR), Subió Medio (SM), Subió Lento (SL), Estable (E), Bajo Lento (BL), Bajo Medio

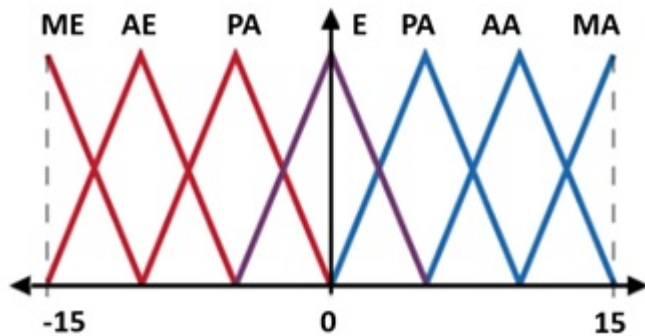


Figura 3. Conjunto difuso entrada error posición

(BM), Bajo Rápido (BR), haciendo referencia al error respecto a la velocidad del objeto levitando y su velocidad deseada, las cuales se distribuyeron como se observa en la Fig. 4.

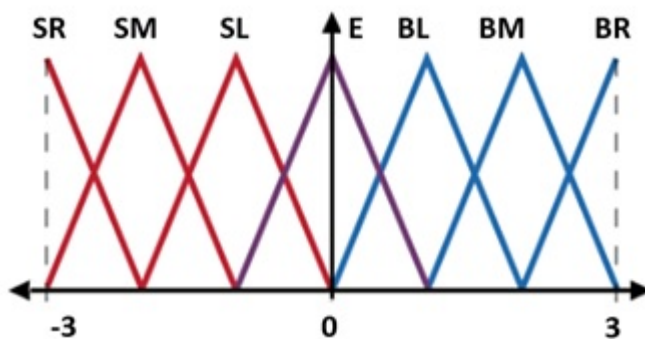


Figura 4. Conjunto difuso entrada error velocidad

Después se establecieron las reglas de la Tabla 1

Tabla 1. Reglas

	SR	SM	SL	E	BL	BM	BR
ME	N	N	N	N	MP	P	E
AE	N	N	N	MP	P	E	E
PE	N	N	MP	P	E	E	M
E	N	MP	P	E	E	M	MM
PA	MP	P	E	E	M	MM	T
AA	P	E	E	M	MM	T	T
MA	E	E	M	MM	T	T	T

3.3. Programación

La programación del Arduino sigue el procedimiento de la aplicación de la lógica difusa, el primer paso es la obtención de los datos, para la posición se emplea una función de distancia que permite calcular la posición de la pelota en el tubo empleando el sensor infrarrojo, para la segunda entrada referente a la velocidad fue necesario establecer un lapso de tiempo y tomar la posición en dos instantes distintos, de esta manera se emplea la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{posición2} - \text{posición1}}{\text{tiempo2} - \text{tiempo1}}$$

Con los valores de posición y velocidad se calcula el error con respecto a los valores deseados, y se obtendría de esta manera los datos de entrada.

El siguiente paso es la fusificación para ello se programaron las funciones de membresía lambda, triangular y gamma, después se creó un arreglo con espacio para las 7 salidas difusas, así cada especie del arreglo tendrá la fusificación de su respectiva salida, este proceso se hace para ambas entradas.

Lo siguiente es comparar la función con todas las condicionales de las reglas, debido a que por la estructura de los conjuntos difusos solo se pueden llegar a tener máximo dos valores fucificados posibles por entrada, se creó un arreglo que almacena los cuatro posibles escenarios.

El método de inferencia que se uso fue el de producto, para aplicarlo se programó que cada posible escenario tuviese el valor mínimo de sus respectivas entradas difusas.

El método de composición empleado fue el máximo, para aplicarlo primero se eliminaron las posibles salidas que se superponen dejando únicamente las de mayor valor, después se buscó y calculo los posibles puntos de intersección, debido a que todas las posibles intersecciones son entre una función lambda y una gamma se empleó la siguiente fórmula para calcular la intersección:

$$x = \frac{\text{factor1} * a + \text{factor2} * b}{\text{factor1} + \text{factor2}}$$

Donde:

- factor1 pertenece a la función gamma.
- factor2 pertenece a la función lambda.
- a es el intervalo inferior.
- b es el intervalo superior.

Obteniendo la salida difusa compuesta solo queda obtener el centroide, debido a que las funciones triangulares pueden ser representadas como una función gamma y una lambda será necesario obtener las fórmulas de integración para estas.

En el caso del momento para una función lambda se tiene la siguiente formula:

$$\int_i^s f(x)x \, dx = \text{factor} \frac{bx^2/2 - x^3/3}{b - a}$$

Para el caso del momento para una función gamma se tiene la siguiente formula:

$$\int_i^s f(x)x \, dx = \text{factor} \frac{x^3/3 - ax^2/2}{b - a}$$

En el caso del área para una función lambda se tiene la siguiente formula:

$$\int_i^s f(x)x \, dx = \text{factor} \frac{bx - x^2/2}{b - a}$$

En el caso del área para una función gamma se tiene la siguiente formula:

$$\int_i^s f(x)x \, dx = \text{factor} \frac{x^2/2 - ax}{b - a}$$

Donde “s” es el límite superior e “i” es el límite inferior de la integral, estos corresponderían a su intervalo que se expone en el conjunto difuso de la salida o al punto de intersección calculado.

Una vez obtenido el momento y el área es posible calcular el centroide el cual se utilizará como valor para la salida PWM que controla al abanico, cabe mencionar que esta no es implementada sola ya que presenta problemas presumiblemente debido a que los conjuntos difusos no fueron dados por un experto así que se empleó junto con ella un compensador.

4. Resultados

Junto con las funciones de la lógica difusa se implementó una función que permitiera conocer varios valores del sistema para no depender únicamente de la inspección visual, estos valores son un factor de ruido, la

posición del objeto, su velocidad, su aceleración y el PWM enviado, esto es lo que se ve en la Fig. 5.

```

Lectura: 32      Ruido: 0, Pos: 26, Vel: -1.00, Ace: 7.00, 137
Lectura: 33      Ruido: 0, Pos: 30, Vel: 4.00, Ace: 5.00, 167
Lectura: 34      Ruido: 0, Pos: 32, Vel: 0.00, Ace: -4.00, 127
Lectura: 35      Ruido: 0, Pos: 30, Vel: -2.00, Ace: -2.00, 107
Lectura: 36      Ruido: 0, Pos: 29, Vel: 0.00, Ace: 2.00, 127
Lectura: 37      Ruido: 0, Pos: 31, Vel: 2.00, Ace: 2.00, 137
Lectura: 38      Ruido: 0, Pos: 30, Vel: -1.00, Ace: -3.00, 117
    
```

Figura 5. Valores del sistema de control

Se realizaron varias pruebas en las cuales se calculó un tiempo promedio de estabilización de medio minuto, para las pruebas y el diseño se estableció una posición deseada de 30cm y una velocidad de 0, una vez alcanzada la estabilidad el objeto se mantiene en una misma posición con leves oscilaciones como se ve en la Fig. 6.



Figura 6. Posición estable

Dentro de las pruebas se sellaron manualmente los orificios inferiores para aumentar el flujo de aire en el tubo, esto ocasionó un desnivel en el objeto y posteriormente una oscilación, después de un tiempo el sistema se volvió a estabilizar con un error de $\pm 1\text{cm}$, indicando que sí responde ante perturbaciones.

Posteriormente se incrementó nuevamente el flujo en el interior del tubo obligando así que para llegar a la estabilidad se disminuyera el PWM, lo cual respondió correctamente siempre, pero cuando el valor mínimo necesario de PWM no es inferior de 70 debido a que de 0-70PWM el abanico no tiene la energía para encender.

5. Conclusiones

El control inteligente implementado para el levitador neumático llevo a mantener la posición una vez que llegaba a la estabilidad, incluso llevo a estabilizar nuevamente el sistema una ante una perturbación leve, sin embargo, para alcanzar la estabilidad requirió de gran cantidad de tiempo.

Adicionalmente a esto fue necesario añadir un compensador, se teoriza que esto puede deberse a una mala estructura en los conjuntos difusos empleados, por lo que para su corrección se debería trabajar con el sistema por un prolongado tiempo hasta entenderlo al punto de poder determinar conjuntos difusos eficientes.

Finalmente comentar que el uso de la lógica difusa puede resultar bastante efectivo y beneficioso debido a que muchos trabajos “artesanales” que se consiguen con años de practica pueden ser traspasados a un proceso, siempre y cuando se puedan definir correctamente los parámetros con ayuda de un experto.

Referencias

- [1] Diego Bello, Leidy García, and Fredy Hernán Martínez Sarmiento. Planta robusta de levitación neumática para investigación y formación en control y visión artificial. *Tekhnê*, 10(2):33–41, 2013.
- [2] D Chaos, J Chacón, E Aranda-Escolástico, and S Dormido. Robust switched control of an air levitation system with minimum sensing. *ISA transactions*, 96:327–336, 2020.
- [3] Ewelina Chołodowicz and Przemysław Orłowski. Low-cost air levitation laboratory stand using matlab/simulink and arduino. *Pomiary Automatyka Robotyka*, 21, 2017.
- [4] Juan M Escano, Manuel G Ortega, and Francisco R Rubio. Position control of a pneumatic levitation system. In *2005 IEEE Conference on Emerging Technologies and Factory Automation*, volume 1, pages 6–pp. IEEE, 2005.
- [5] Omar Rodríguez-Zalapa, Antonio Hernández-Zavala, and Jorge Adalberto Huerta-Ruelas. Fuzzy controller for a pneumatic positioning nonlinear system. In *Mexican International Conference on Artificial Intelligence*, pages 370–381. Springer, 2014.
- [6] Jerry M Mendel. Fuzzy logic systems for engineering: a tutorial. *Proceedings of the IEEE*, 83(3):345–377, 1995.

- [7] Lotfi A Zadeh. Fuzzy logic. *Computer*, 21(4):83–93, 1988.
- [8] George Klir and Bo Yuan. *Fuzzy sets and fuzzy logic*, volume 4. Prentice hall New Jersey, 1995.

Análisis de estudios geofísicos en la Sierra María.

J.M Corrales-Meza¹, S. Del Rivero-Jiménez², L. Ruiz-Moreno^{2,*}

¹Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de ingeniería en geociencias, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de ciencias básicas, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: lruiz@itesca.edu.mx

Resumen: *Sierra María se encuentra ubicada dentro de una zona de estudio donde a través de una sucesión de eventos tectónicos, desde la era mesozoica, se ha descubierto que gracias a los eventos antes ocurridos se ha generado diversos cuerpos cargados a lo largo del noroeste de la república mexicana. A pesar de la importancia que tienen los yacimientos, los depósitos en Sonora con valores potencialmente explotables se encuentran poco documentados. Con el objetivo de conocer las características que tiene el subsuelo en la veta sur de Sierra María se aplicaron técnicas geofísicas para su exploración. Se aplicó el método geofísico denominado “Sondeo Eléctrico Vertical” por el método de Schlumberger. Se realizaron sondeos eléctricos verticales dando como resultados una sección resistiva de la veta sur en Sierra María. Esto permitió inferir acerca de las rocas que se encuentran en el subsuelo con el fin de determinar si se es posible contar con valores explotables como lo son el oro y la plata.*

Palabras clave: Exploración de yacimientos, Reservas, Resistividad, Geofísica, Tomografía eléctrica.

Abstract: *Sierra María is located within a study area where, through a succession of tectonic events, since the Mesozoic era, it has been discovered that, thanks to the events that occurred before, various charged bodies have been generated throughout the northwest of the republic. Mexican. Despite the importance of the deposits, the deposits in Sonora with potentially exploitable values are poorly documented. In order to know the characteristics of the subsoil in the southern vein of Sierra María, geophysical techniques were applied for its exploration. The geophysical method called “Vertical Electrical Soundin” was applied by the Schlumberger method. Vertical electrical drilling was carried out, resulting in a resistive section of the southern vein in Sierra María. This allowed inferring about the rocks found in the subsoil in order to determine if it is possible to have exploitable values such as gold and silver.*

Keywords: Reservoir exploration, Reserves, Resistivity, Geophysics, Electrical tomography.

1. Introducción

La exploración minera resulta ser de gran importancia ante las expectativas de un importante yacimiento con gran valor económico. Es conveniente utilizar en el proyecto un método de exploración geofísico como lo es el método de Schlumberger, el cual fue solicitado por el cliente. Este método proporcionara información valiosa para la toma de futuras decisiones que lleven a la siguiente etapa, la cual corresponde a la barrenación [1, 2].

Debido la necesidad de disminuir los costos en la exploración se pretende utilizar el método de Schlumberger debido que se han descubierto importantes

anomalías físicas en terreno como lo es la localización de la veta. El proyecto desarrollado en Sierra María se encuentra ubicado en la Sierra Madre Occidental en el estado de Sonora. Con el paso de los años en esta Sierra se han encontrado importantes yacimientos o zonas con depósitos con altos indicadores en beneficio para su extracción.

El proyecto en Sierra María, se realizará por practicantes del Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, de la carrera de Ingeniería en Geociencias con especialidad en geología de minas, a cargo del Ing. Juan Manuel Corrales Meza, quien es un Ingeniero en Geociencias con Maestría en Ingeniería en logística y calidad. Tiene experiencia laboral en la mina la caridad en Nacozari, Sonora como jefe de exploración del año 2002 al 2010, en los años 2012

al 2015 en la mina Corner Bay en Álamos, Sonora en la empresa Panamerican Silver como geólogo Senior, además que ha contribuido en diversos proyectos de exploración para pequeños mineros en la Sierra de Álamos Sonora.

2. Definición del problema

Los costos de barrenación en la exploración forman parte de las grandes inversiones de la industria minera, lo cual es un tema muy delicado para cualquier empresa inversionista ya que es el costo que mayor impacta a la utilidad de una empresa minera.

Con el fin de obtener la localización en un menor radio de error de las anomalías geológicas, se pretende aplicar métodos menos costosos, en lo correspondiente a la veta sur, así como de obtener una reducción en el área de exploración de la veta con el fin de disminuir los costos de barrenación, delimitando las dimensiones de la veta a profundidad.

Por tal motivo se puede considerar como problema a resolver la aplicación de un método de exploración geofísico que determine la profundidad y espesor de la veta mediante la distribución resistiva.

3. Objetivo general

Realizar actividades de exploración mediante el método geofísico denominado método resistivo de Schlumberger en el proyecto en Sierra María para determinar las dimensiones a profundidad de la veta.

4. Fundamentos teóricos

4.1. Exploración geofísica

Aceves [3] considera a la exploración geofísica como el arte de aplicar las ciencias físicas al estudio de la estructura y composición de las diversas capas de la Tierra. La exploración geofísica es la que se dedica a la aplicación de los principios específicos en la investigación de los depósitos económicamente explotables, o en el conocimiento de las condiciones físicas del subsuelo en proyectos de cimentaciones de obras importantes.

4.2. Métodos resistivos

En [4] se encontró que las medidas de resistividad eléctrica del subsuelo son habituales en las prospecciones geofísicas. La finalidad de los métodos resistivos es detectar y localizar cuerpos y estructuras geológicas basándose en

su contraste resistivo. El método consiste en la inyección de corriente continua o de baja frecuencia en el terreno mediante un par de electrodos y la determinación, mediante otro par de electrodos, de la diferencia de potencial. La magnitud de esta medida depende, entre otras variables, de la distribución de resistividades de las estructuras del subsuelo, de las distancias entre los electrodos y de la corriente inyectada.

4.3. Sondeo eléctrico vertical

“Todas las técnicas geofísicas intentan distinguir o reconocer las formaciones geológicas que se encuentran en profundidad mediante algún parámetro físico, por ejemplo, en sísmica por la velocidad de transmisión de las ondas o en prospección eléctrica por la resistividad. Existen diversas técnicas geofísicas eléctricas o electromagnéticas que miden la resistividad de los materiales, o en algún caso su inverso, la Conductividad. Algunas de estas técnicas son más modernas y mucho más precisas, pero los Sondeos Eléctricos Verticales se siguen utilizando por su sencillez y la relativa economía del equipo necesario.” [5-7].

4.4. Método de Schlumberger

El método de Schlumberger, según [4, 8, 9] describe dispositivo de Schlumberger en utilizar una distancia $MN = a$ muy corta, de tal modo que pueda tomarse como válida la ecuación anterior. Los desarrollos teóricos se establecen suponiendo que lo que medimos realmente es el campo E , el cual en la práctica se toma igual a DV/a . Trabajar con el campo eléctrico comporta ventajas teóricas a la hora de trabajar con expresiones analíticas, como veremos en el próximo capítulo. El inconveniente es que la tensión diferencial medida disminuye linealmente con la separación a y es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia L .

5. Metodología

5.1. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas

Las actividades que se realizaron fueron sobre la exploración geofísica en Sierra María mediante la implementación del método de Schlumberger, se clasificó en las siguientes etapas:

5.1.1. Etapa 1. Análisis y recopilación de información de interés para el desarrollo del proyecto “Estudios geofísicos en Sierra María”.

Fase 1. Localización de la zona de estudio

Este trabajo tuvo como área de estudio un predio ubicado en el poblado de Navomora, el cual tiene una elevación entre los 160 y 200 metros de altura sobre el nivel medio del mar. La veta sur tiene 347 metros de longitud y se localiza aproximadamente a 36 kilómetros al norte del municipio de Navojoa en el estado de Sonora, México. Las coordenadas del centro de la veta sur es 12R 659597 E y 3028894 N.

Teoría sobre el método geofísico de Schlumberger. Establecer equipos y capacitación del procedimiento a emplear en el proyecto

Fase 1. Recopilación de información teórica

En esta primera fase, el tesista buscó información acerca de los sondeos eléctricos verticales, exploración geofísica, así como el método de Schlumberger, con el fin de responder futuras preguntas y de acercar al lector a los temas de interés relacionados al proyecto de exploración geofísica en Sierra María.

El proyecto se basó en realizar una serie de mediciones por el método de Schlumberger el cual consistió en inyectar corriente eléctrica en el subsuelo, con el fin que se determinara el parámetro de resistividad a profundidad y la medición del potencial a través de un arreglo con electrodos, según el científico Conrad Schlumberger.

Fase 2. Establecimiento del equipo utilizado. Materiales y equipos

- (20) Electrodos de cobre
- (2) Carrete de cable 14
- Generador 220 volts
- (2) Multi amperímetro
- Bitácora
- (2) Longímetro 50 m
- GPS.
- Cal
- Bote dispersor
- Machete

- Radios de comunicación
- Banderines para señalización
- Pluma
- Caimanes para corriente

Fase 3. Capacitación del método utilizado

La capacitación fue un proceso muy importante, ya que en él se buscó que el tesista desarrollara bien las competencias necesarias a lo largo del proyecto utilizando métodos y técnicas. La capacitación, debido a la pandemia SARS-CoV-2 (Covid-19) se realizó por medio de plataformas en línea donde se puede obtener comunicación en tiempo real mediante el tesista y los asesores.

5.2. Programas utilizados

SURFER

La empresa GeoSoluciones [10] describe Surfer como un software completo para la visualización en 3D, la creación de isolíneas, y el modelado de superficies que se ejecuta bajo Microsoft Windows.

Zondip 1D

El programa Zondip1d está diseñado para la interpretación de datos de un sondeo eléctrico vertical de polarización inducida y resistividad unidimensional. Un método de sondeo eléctrico vertical (SEV) es uno de los métodos más antiguos de prospección eléctrica.

AUTOCAD

La empresa Autodesk señala a su software AutoCAD como un software de diseño asistido por computadora en el cual se apoyan tanto arquitectos como ingenieros y profesionales de la construcción para crear dibujos precisos en 2D y 3D [11].

5.2.1. Programa de sondeo resistivo con el método de Schlumberger

Fase 1. Actividades antes de aplicar el método de Schlumberger

1. Primero se procedió a ubicar el punto de referencia en la veta sur, la cual se marcó con una bandera de señalización ubicando en ella las características del punto plasmado en el terreno.
2. Se desmontó el terreno del punto de referencia si en su caso se requiere.

3. Después, se midió la distancia entre la zanja de la veta y el punto de referencia.
4. Se prosiguió a tomar mediciones con un longímetro, partiendo del punto de referencia, 90 metros hacia el sur y 90 metros hacia el norte,
5. Se dio continuación a la marcación sobre la recta medida a una serie de puntos ubicados a cada 3 metros a partir del punto de referencia hacia el norte y hacia el sur, señalándolos en terreno con carátulas ilustrativas (Ver Fig. 1).



Figura 1. Carátula ilustrativa de una secuencia numerativa

6. Después, donde se obtuvo la marcación a cada 3 metros se le inserto al terreno un electrodo de cobre, donde se realizó las mediciones correspondientes.
7. Se revisó la correcta instalación de los instrumentos a utilizar en el proyecto.
8. Posteriormente se realizó la aplicación del método de Schlumberger.

Fase 2. Diseño experimental

El diseño experimental se llevó a cabo en Sierra María. A diferencia del empleado en los valores reales del proyecto, en esta se utilizó una pila generadora de electricidad (Ver Fig. 2). Con el fin de contemplar cualquier problema técnico que pudiera surgir con el equipo o los instrumentos utilizados en las mediciones. Mientras se realizaba el análisis experimental se fueron anotando los inconvenientes con los instrumentos y el equipo utilizado. Al realizar la recopilación de datos se demostró que la pila seleccionada, no brindaba la energía necesaria para lo largo de la sección que se deseaba analizar, es por ello que para el proyecto se utilizó un generador de 220 volts. Por lo cual los datos aquí recopilados no se usarán en la tesis.



Figura 2. Instrumentos utilizados en el diseño experimental con pila generadora de electricidad

5.2.2. Ubicación de puntos de referencia en campo

La ubicación de los puntos de referencia en campo formó una parte central de este trabajo. Se dividió en dos fases; la primera consistió en realizar un reconocimiento del lugar donde se analizaron los accesos a la Sierra María. La segunda fase fue obtener la ubicación de los puntos por medio del GPS, para que posteriormente quedaran plasmados en la zona.

Fase 1. Reconocimiento de lugar

El proyecto de exploración geofísica en Sierra María se encuentra ubicado en un área aproximada de 15 has, en el poblado de Navomora, formando un polígono, en cuyo interior se encuentra la veta sur de aproximadamente 347 metros de longitud.

El acceso se realizó desde la carretera que parte del municipio de Navojoa, Sonora al poblado de Tesia, pasando por el poblado de Tesia, seguido por la comunidad La Pera. Posteriormente se accedió al pueblo de Tetapache, para posteriormente atravesarla comunidad de Jaitaka, así como el poblado Las Lajas. Después se tomó el acceso al poblado San Enrique para posteriormente llegar a Navomora, donde se ubica Sierra María teniendo

un recorrido aproximado de 1 hr. 30 min., logrando entrar al polígono por la parte suroeste. Ver figura 3.



Figura 3. Cartel de acceso al poblado San Enrique

Fase 2. Ubicación de los puntos

Para la ubicación de los puntos de referencia en campo se utilizó un GPS de la marca Garmin, el cual sirvió para ubicar los puntos en terreno, donde pestos fueron identificados con banderines para señalización de color rosa. En cada uno de los banderines se le asignó el número de identificación, así como la coordenada UTM de cada uno de ellos, plasmando la distancia hacia el Este y hacia el Norte, así como el margen de error presente en el GPS al momento de la captura del dato. Ver figura 4.



Figura 4. Ejemplo de ubicación de los puntos de referencia

5.2.3. Desarrollo del proyecto

Fase 1. Arreglo teórico

En el proyecto de exploración geofísica de Sierra María, la veta sur cuenta con un ángulo de inclinación de 81° , donde se realizaron las marcaciones de los puntos de referencia, se encuentran unas zanjas a las cuales se les tomo la distancia desde el punto de referencia respecto a la zanja, a la cual se le asigno como la distancia "H".

Posteriormente se realizó una serie de cálculos los cuales se representaron de la siguiente manera:

$$C. \text{ Adyacente} = C. \text{ Opuesto} * \tan \theta * \text{Veta}$$

El resultado obtenido se debe de considerar como un valor significativo al momento de realizar mediciones con el método de Schlumberger. En caso que se presenten cambios a la distancia obtenida en la formula anterior, infiriendo que ahí se encuentra la misma estructura. Éste arreglo sirvió para que el tesista tuviera una guía de que se realizó correctamente la implementación del método.

Fase 2. Desmonte

Debido a la abundante y densa vegetación (ver figura 5) se procedió a desmontar el terreno donde se encontraban los puntos de referencia en campo, así como en una longitud de 90 metros partiendo del punto de referencia al sur y 90 metros hacia el norte. Esto con el fin de poder brindar una mayor seguridad al momento de colocar las marcaciones a lo largo del sondaje, así como para evitar algún tipo de daño en los cables conductores de la electricidad o algún otro componente empleado en el método de Schlumberger.



Figura 5. Vegetación en Sierra María

Fase 3. Procedimiento del método de Schlumberger

1. Después que se obtiene la localización del punto de referencia, se procedió al desmonte de la zona de

ubicación.

2. Posteriormente se realizó la toma de mediciones con un longímetro, el cual parte del punto de referencia 90 metros hacia el sur y 90 metros hacia el norte.

3. Se realizó la marcación de una distancia de 0.5 metros (M) del punto de referencia al norte, y de 0.5 m (N) al sur respecto al punto de referencia, teniendo una distancia de 1 metro entre sí (Esta distancia de 0.5 metros puede variar a 1 metro dependiendo de la distancia que se tenga en los electrodos A y B).

4. Posterior a esto se plasmaron una serie de puntos ubicados cada 3 metros entre si a partir del punto de referencia marcándose en terreno con caratulas ilustrativas (Ver figura 11). Se señalaron en numeración consecutiva a partir del punto de referencia hacia el norte y hacia el sur.

5. Después, donde se realizó las marcaciones a cada 3 metros, se le insertó al terreno un electrodo de cobre en cada punto donde se realizó las mediciones correspondientes a los cuales se les asignó el nombre de A y B.

6. Posteriormente se procedió a la instalación correcta del equipo, permaneciendo apagado (Ver figura 6).



Figura 6. Geometría del Sondeo Eléctrico Vertical. Arreglo de Schlumberger

7. Se conectó un caimán a cada electrodo M (norte) y N (sur) los cuales permanecieron fijos a los que se les tomó la medición de voltaje medidos en mini volts. Estos 46 caimanes contaron con un enchufe de recepción que es donde se le conectó los cables del multímetro para realizarles la medición correspondiente.

8. Después se conectó los caimanes a los extremos (A y B) a los cuales se les modifica agregándole un tomacorriente en el otro extremo.

9. Al generador de corriente se le conectaron dos caimanes, los cuales están adaptados con un tomacorriente en donde se realizó la medición de amperaje. A este tomacorriente se le añadió un apagador, el cual sirvió para manipular el encendido y apagado de corriente, que a su vez se le añadió una clavija, la cual sirvió para poder ser conectada al tomacorriente de los caimanes de los extremos A y B para poderse realizar la medición de amperaje.

10. Ya que se contó con el equipo instalado y conectado a los electrodos se procedió a encender y tomar la corriente de en cada extremo de los electrodos A y B, con lo cual se fue anotando los resultados en las bitácoras y realizando las operaciones correspondientes. Se toma en cuenta el valor donde existe un cambio de voltaje o de amperaje.

11. Se realizó estas mediciones en cada una de las distancias A y B, teniendo la misma secuencia en ambos extremos, hasta completar las 30 mediciones por punto.

5.2.4. Recopilación y vaciado de información en campo, determinación de conclusiones

Fase 1. Recopilación de información.

La recopilación de información se llevó a cabo durante la exploración en campo en Sierra María, teniendo una duración aproximada de 100 horas. Ver figura 7.



Figura 7. Recopilación de información durante la aplicación del método de Schlumberger

Fase 2. Vaciado de información

El vaciado de información se realizó en el programa de Excel, donde ésta sirvió para llevar un control y almacenamiento más preciso en el manejo de información. Esta segunda fase inicio después de obtener los datos recabados en el proyecto de exploración minera en Sierra María.

Fase 3. Información en programas

Después del vaciado de información, vino una tercera fase la cual involucro el manejo de la información en los programas. En esta fase se visualizó como prioridad el manejo adecuado de la información obtenida en campo debido a que tener un mejor control de los datos. El tener un respaldo de la información sirvió para resolver problemas que se suscitaron donde el manejo de los programas. El haber controlado eficientemente la información permitió alcanzar los objetivos del proyecto.

6. Resultados

Los sondeos eléctricos verticales que se presentan corresponden a los sondeos SEV 27- SEV 31. A cada uno se les realizaron nueve o diez pruebas, las cuales se ubicaron a cada tres metros, marcando los puntos a cinco metros de distancia de la veta localizada en el área de campo, obteniendo gracias a ello los siguientes resultados. Ver figuras de 8-12.



Figura 8. Gráfica resistiva Sondeo Eléctrico Vertical 27



Figura 9. Gráfica resistiva Sondeo Eléctrico Vertical 28



Figura 10. Gráfica resistiva Sondeo Eléctrico Vertical 29



Figura 11. Gráfica resistiva Sondeo Eléctrico Vertical 30



Figura 12. Gráfica resistiva Sondeo Eléctrico Vertical 31

En la figura 13 se observa la sección resistiva que se obtuvo con los valores de resistividad calculados, en el cual se puede apreciar los sondeos eléctricos verticales analizados en las tablas anteriores. En esta interpretación se analizan los valores presentes, con lo cual se obtienen cuatro litologías diferentes. Al color rojo se le asignan valores menores a 1 ohms/m, al color anaranjado se le asignan valores inferiores a 10 ohms/m. Al color amarillo se le asignan valores inferiores a 100 ohms/m y el color verde incluye datos pertenecientes en un rango de 100 a 1000 ohms/m.

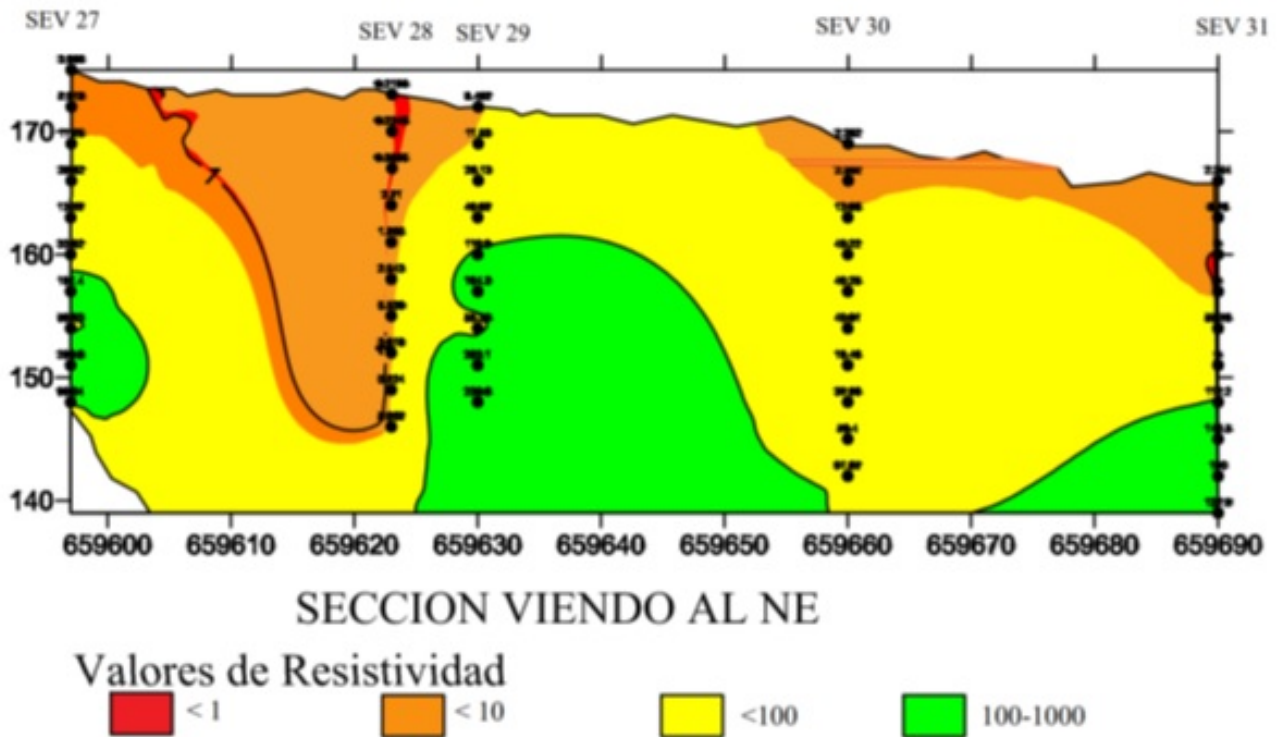


Figura 13. Interpretación de la sección resistiva

7. Conclusiones

Aplicando el método de Schlumberger mediante sondeos eléctricos verticales fue posible estimar lo siguiente: calcularse la profundidad de una veta de interés al notarse cambios drásticos en las resistividades. Se mostró que utilizar distancias más amplias en los electrodos M y N (Ver figura 16) favorece a que se obtengan resultados a mayores profundidades.

Los resultados de las pruebas resistivas obtenidas en el estudio de exploración geofísica en Sierra María, son de índole satisfactorio para el cliente, ya que se infirió que la veta seguía un patrón estructural bien marcado. Como se muestra en el modelo geológico con valores de resistividad (Ver figura 13) se observa la estructura marcada sobre una zona de falla. En la sección resistiva que se realizó se observa como la roca plutónica está en contacto con la roca volcánica. Por otra parte, en las gráficas resistivas presentadas también registran grandes cambios en la variación de la resistividad resistiva aparente, calculada en la profundidad de 30 metros por lo cual infiere que se trata de la presencia de la veta de interés.

De acuerdo a los resultados obtenidos se le recomienda al cliente realizar una barrenación a diamante en el área donde se muestran mayores resultados de interés, con la finalidad de ver con exactitud la potencia de la veta que se presenta en el área y corroborar si en realidad presenta

valores de Au y Ag favorables para su explotación.

Para exploraciones geológicas, se recomienda utilizar los métodos de exploración geofísica, en especial utilizar el método de Schlumberger ya que es un método con el cual se obtiene un gran ahorro económico en comparación con otros métodos de exploración.

Referencias

- [1] John E Tilton and Juan Ignacio Guzmán. *Mineral economics and policy*. Routledge, 2016.
- [2] Richard L Gordon and John E Tilton. Mineral economics: Overview of a discipline. *Resources policy*, 33(1):4-11, 2008.
- [3] A Alvarez-Manilla Aceves. Geofísica aplicada en los proyectos básicos de ingeniería civil. *Publicación Técnica*, (229), 2003.
- [4] Manuel Gasulla Forner. *Obtención de imágenes de la distribución de impedancia eléctrica del subsuelo. Aplicación a la detección de objetos locales*. Universitat Politècnica de Catalunya, 1999.
- [5] Eddy Omar Luis Lavandaio. *Conozcamos más sobre minería*. 2014.

- [6] Daniel Mársico, Eduardo Díaz, Oscar Dalla Costa, and Bautista Aceñolaza. Los sondeos eléctricos verticales aplicados a la prospección de las aguas termales en la provincia de entre ríos. In *VIII Congreso Argentino de Hidrogeología y VI Seminario Latinoamericano sobre Termas Actuales de la Hidrología Subterránea (La Plata, 17 al 20 de septiembre de 2013)*, 2013.
- [7] Anyelo Jose Moya Gutierrez. Caracterización de sitio empleando prospección geofísica y geotécnica. caso de estudio vía principal troncal central del norte (ruta nacional 55) a la altura del km 68+ 500 en el municipio de pamplona, norte de santander (colombia). *Boletín de Ciencias de la Tierra*, (48):30–45, 2020.
- [8] Emi Prasetyawati Umar et al. Identification of subsurface layer with wenner-schlumberger arrays configuration geoelectrical method. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, volume 118, page 012006. IOP Publishing, 2018.
- [9] Adel AR Zohdy. A new method for the automatic interpretation of schlumberger and wenner sounding curves. *Geophysics*, 54(2):245–253, 1989.
- [10] Felipe Omar Tapia-Silva. Avances en geomática para la resolución de la problemática del agua en méxico. *Tecnología y ciencias del agua*, 5(2):131–148, 2014.
- [11] Antonio Manuel Reyes Rodríguez. *AutoCAD 2021*. Comercial Grupo ANAYA, SA, 2021.

La importancia del mantenimiento como una estrategia de competitividad en las empresas del sector minero

M.P. Esquivel-Guerrero¹, M.L. Sánchez-Cruz^{2,*}, C.O. Zapuche-Moreno²

¹Estudiante de la maestría en Administración, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de Licenciatura en Administración, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: lsanchez@itesca.edu.mx

Resumen: *El proyecto está enfocado al sector minero que se caracteriza por la constante demanda de lubricantes para sus equipos de movimiento de tierra y para sus operaciones en planta por lo que, un adecuado uso de los lubricantes junto con un servicio eficiente en cuanto a la planeación y aplicación, garantizará la mayor disponibilidad y continuidad de los trabajos. Se presentan las principales características y tipos de mantenimiento, así como los procesos que deben de realizarse como estrategia de competitividad en términos de eficiencia y eficacia en este sector.*

Palabras clave: Mantenimiento, lubricación, tipos de mantenimiento.

Abstract: *The project is focused on the mining sector, which is characterized by the constant demand for lubricants for its earthmoving equipment and for its plant operations, therefore, an adequate use of lubricants together with an efficient service in terms of planning and application will guarantee the greatest availability and continuity of work. The main characteristics and types of maintenance are presented, as well as the processes that must be carried out as a competitive strategy in terms of efficiency and effectiveness in this sector.*

Keywords: Maintenance, lubrication, types of maintenance.

1. Introducción

Una de las particulares de la minería es su creciente innovación tecnológica y una optimización de recursos, por lo que, para sus operaciones requiere productos que garanticen la operatividad efectiva y eficiente de todas sus máquinas y equipos.

Frente a ello, el rubro de lubricantes que comprende a los aceites y a las grasas significa garantía de éxito en los trabajos mineros. Su adecuada selección puede determinar que una operación mantenga o mejore los niveles de eficiencia operativa de sus equipos y maquinaria, o enfrente situaciones imprevistas que acarreen costos e impacten el desempeño financiero del proyecto en su conjunto.

Por lo anterior, los lubricantes son un insumo de gran impacto en el sector, por lo que las empresas destinan un presupuesto fijo para cubrirlo, conscientes

de que un insumo de calidad contribuirá, por ejemplo, a reducir considerablemente el consumo de combustible, aumentar la disponibilidad de sus máquinas y equipos y como consecuencia, mejorar sus estándares e indicadores productivos, operativos y económicos.

2. Desarrollo

Al ser un insumo muy requerido por la industria minera y debido a que este sector adquiere constantemente nuevas tecnologías y tiene mucho equipo y procesos operativos, los cambios o mejoras que se den en los lubricantes juegan un papel muy importante para los actores que los proveen. Así, en la industria minera, las necesidades de estos insumos, no solo ha variado con el tiempo, sino que se ha especializado y diversificado; tanto que a diferencia de hace unos pocos años atrás, hoy existen productos diferentes y específicos para cada máquina y equipos auxiliares para conservar por más tiempo y en óptimas condiciones estos lubricantes dentro de los equipos que

intervienen en los diversos procesos, y todos destinados a cumplir con dos objetivos: mantener óptimos niveles de operación y prolongar su vida útil.

El Ingeniero Pedro Hernández, experto en lubricación de la empresa Alsglobal, menciona que la prevención de daños y fallas potenciales en equipos están asociados a una serie de factores, que van desde las especificaciones de proyecto hasta cuestiones relacionadas con la operación y el mantenimiento de los equipos.

Las causas de las fallas en los motores a combustión interna de los camiones en minería generalmente se determinan relacionándolas con uno o más mecanismos de falla:

- Errores de diseño o de especificación: el equipo o algunos de sus componentes no corresponden a las necesidades del servicio. Se trata de factores vinculados a la dimensión, rotación, material, ajustes, etc.
- Instalación inapropiada: desalineación, fundación, vibración, etc.
- Mantenimiento inapropiado: pérdida de ajustes y de la eficiencia del equipo en razón de contaminantes. Falta momentánea o total de lubricación, lubricante inapropiado que causa ruptura de película o su descomposición [1].

2.1. El Proceso para Planes y Programación de Lubricación

Para la alta gerencia, cada vez está más claro el importante rol que juega la adecuada lubricación en la confiabilidad de la maquinaria. Lograr excelencia en la lubricación en las plantas industriales y en flotas de transporte o mineras, es un proceso muy similar al movimiento que ha cambiado la manera de hacer negocios para siempre en el mundo y que requiere una transformación cultural.

Este proceso inicia con el reconocimiento de la necesidad por cambiar y mejorar. Sin este reconocimiento, los esfuerzos serán vanos y frustrantes. Alguien que no reconoce que puede hacer las cosas mejor y permanece en el paradigma “Así hemos trabajado siempre”, no tendrá la motivación y razón suficiente para mejorar. Lo que sigue generalmente, es la preparación de un plan y la asignación de tareas. Queremos calidad en nuestra organización, por lo tanto, contratamos ingenieros, asesores y administradores de calidad, para tratar de obtener una mejora en la confiabilidad y poder competir en este mundo global cada vez más pequeño.

Nunca debemos olvidar que empresas en otras partes del mundo si están cambiando y haciendo esfuerzos para mejorar sus programas de lubricación y en un momento dado estas empresas estarán compitiendo directamente con las nuestras con costos muy ventajosos para ellos. La confiabilidad de nuestras plantas se convierte en ese momento en un factor de supervivencia en el mercado más que una cuestión de mantenimiento y producción.

La experiencia nos enseña que la confiabilidad y la calidad no pueden simplemente ser asignadas a alguien para conseguirlas, ya que hay mucha gente involucrada en este proceso y por consecuencia les afecta. Por el contrario, convertirse en una organización de calidad requiere un cambio fundamental en su forma global de hacer negocios. Es un hecho; expertos en la materia, pueden ayudarle a facilitar y supervisar el proceso, pero no pueden efectuar las tareas por sí mismos.

Hay tantos factores y gente que tienen influencia en la lubricación de su maquinaria, que todos aquellos que afectan los activos productivos necesitan ser involucrados, conocer y compartir el concepto. Los diseñadores de maquinaria y equipo, fabricantes de equipo original, compras, gerentes, operadores, mecánicos, ingenieros de producción, técnicos de preventivo-predictivo, técnicos en lubricación, proveedores de lubricantes, filtros y equipo de lubricación, consultores, instructores y todas aquellas personas que afecten la calidad de la lubricación.

Lograr la excelencia requiere un cambio de raíz, un cambio realmente de fondo en la forma en la que trabajamos lo concerniente a la lubricación. Debemos cambiar la estructura actual en la que definimos la lubricación como algo importante, pero actuamos absolutamente de manera opuesta.

El Programa de Lubricación de Clase Mundial, establece el enfoque de la excelencia en lubricación para construir confiabilidad. En este enfoque los lubricantes no son considerados como bienes consumibles o desechables, que deben ser comprados al menor precio y drenados cuando ya no sirven. La nueva visión define a los lubricantes como un activo importante durable y parte de la maquinaria, que debe ser adecuadamente administrado y protegido. Este proceso de protección inicia desde el día que el lubricante es especificado para cada maquinaria, se compra y recibe, hasta el momento en que es drenado del componente y dispuesto adecuadamente.

2.2. Mantenimiento

Se define Mantenimiento como el conjunto de técnicas destinadas a conservar equipos e instalaciones en servicio

durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento [2].

2.2.1. Evolución Histórica del Mantenimiento

- Desde el inicio de las máquinas, se hizo un mantenimiento correctivo total. En él se espera que se origine alguna avería para proceder a repararla. Los costos de mantenimiento resultaban altos por el largo tiempo de paro que se empleaba para solucionar el problema.
- Durante la Primera Guerra Mundial se capacitó al personal de mantenimiento correctivo enviándolos a los laboratorios de prevención para evitar fallas. Dieron origen a los departamentos de mantenimiento preventivo.
- Con la Segunda Guerra Mundial se sistematizan los trabajos de mantenimiento preventivo.
- En 1946 es creada la Sociedad Americana de Control de Calidad.
- 1950. William Edward Deming Aplica en la industria japonesa el Control Estadístico de Calidad, donde el criterio de la empresa comienza con el proveedor y termina en el cliente. Se creó al mantenimiento productivo para obtener calidad y cantidad de producto, al tiempo de cuidar las máquinas.
- 1960. La necesidad de mantener naves en vuelo generó el mantenimiento enfocado en la confiabilidad.
- 1970. Se crea el Software Sistema Computarizado para la administración de Mantenimiento, CMMS, centrado en resolver la administración del área de mantenimiento.
- 1971. Seiichi Nakajima crea el Mantenimiento Productivo Total, involucrando a todo el personal de la empresa en la ejecución de todo tipo de mantenimiento, apoyado en los círculos de calidad.
- 1980. El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad fue modificado hacia la Optimización del Mantenimiento Planificado (PMO). Enfoque hacia la confiabilidad = RCM Enfoque hacia los costos = PMO.
- Desde 2005 se maneja la filosofía de la conservación (preservación y mantenimiento [3]).

La historia del mantenimiento acompaña el desarrollo técnico industrial de la humanidad. A fines del siglo XIX, con la mecanización de las industrias, surgió la necesidad de las primeras reparaciones. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era realizado por el mismo personal de operación.

Con la llegada de la Primera Guerra Mundial y con la implementación de la producción en serie, instituida por Ford, las fábricas pasaron a establecer programas de producción y como consecuencia de esto, tuvieron la necesidad de formar equipos que pudiesen efectuar reparaciones en máquinas en servicio en el menor tiempo posible. Así surgió un área subordinada a la operación, cuyo objetivo básico era la ejecución del mantenimiento, hoy conocido como “Mantenimiento Correctivo”. De este modo, los organigramas de las empresas presentaban la posición del mantenimiento, como se muestra en la Fig 1.

Director industrial ➡ Operación ➡ Mantenimiento

Figura 1. Posición de Mantenimiento en el Organigrama. [4]

Esta situación se mantuvo hasta la década de 1930, cuando, en función de la Segunda Guerra Mundial y la necesidad de aumentar la rapidez de producción, la alta administración pasó a preocuparse, no solamente de corregir fallas sino también de evitar que las mismas ocurriesen, razón por la cual el personal técnico de mantenimiento pasó a desarrollar el proceso de Prevención de fallas que, juntamente con la Corrección, completaban el cuadro general de Mantenimiento, formando una estructura tan importante como la de Operación [4].

Los principales tipos de mantenimiento se sintetizan en las siguientes clasificaciones:

1.- Mantenimiento correctivo.

El mantenimiento correctivo, como se muestra en la Fig. 2, es una actividad que se lleva a cabo para reparar el daño encontrado durante el mantenimiento preventivo. En general, no se trata de un conjunto de acciones planificadas, ya que se realiza cuando un componente ha sido dañado. Su objetivo es restaurar la confiabilidad del sistema y devolverlo a su estado original¹.

2.- Mantenimiento preventivo.

El Mantenimiento Preventivo se fundamenta en ejecutar actividades de mantenimiento orientadas a prevenir los

¹Tomado de <https://www.tecsa.mx/>

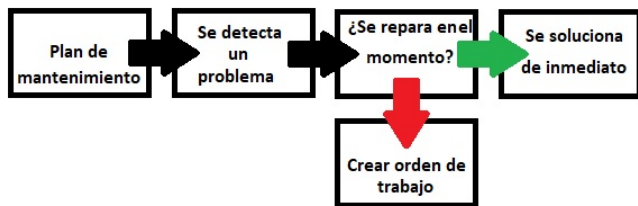


Figura 2. Flujo de Trabajo del Mantenimiento correctivo.

factores que provocan el inicio de las fallas, se trata de actividades sencillas pero esenciales, aquellas tareas que mejoran el desempeño de los activos, actuando antes de que las fallas muestren sus síntomas, no se trata de detectar y/o corregir fallas, la meta es combatir los malos factores que más tarde provocarán un síntoma asociado a los modos de fallas característicos del activo [3].

3.- Mantenimiento predictivo.

El mantenimiento predictivo, es una estrategia de mantenimiento proactivo cuyo objetivo es prevenir las fallas. Basándose en los datos recolectados y en algoritmos predictivos predefinidos, intenta estimar cuándo se producirá una falla. Después, se programan las actividades de mantenimiento en función de estas predicciones.

En teoría, el concepto del mantenimiento predictivo es fácil de entender. Recoge información sobre tus activos y, a partir de ahí, extrae información que te permite calcular cuándo debes realizar el mantenimiento.

Dentro de las técnicas de mantenimiento podemos encontrar el análisis de vibraciones, termografía, análisis de aceite, alineaciones y balanceos [5].

4.- Mantenimiento proactivo o de precisión.

El Mantenimiento Proactivo (Fig. 3) busca mejorar las tareas cotidianas y esenciales. ¿Qué es lo mejor que se puede hacer cuando se ejecute una actividad de mantenimiento? Identificar cómo y dónde se originan las fallas para combatirla desde este origen. Los cuidados esenciales de activos son la clave del desempeño, estadísticamente una gran cantidad de fallas tienen su origen en labores previas de mantenimiento y en la operación inadecuada de la maquinaria, las fallas asociadas al desgaste normal de los componentes representan un porcentaje mucho más bajo; en este sentido mantener y operar proactivamente un activo asegura la eliminación de un amplio porcentaje de problemas. Pero no se trata de la cantidad o la frecuencia del mantenimiento, se trata de hacer el mantenimiento justo y necesario, con los procedimientos óptimos, en resumen, realizar mantenimiento de precisión [3].

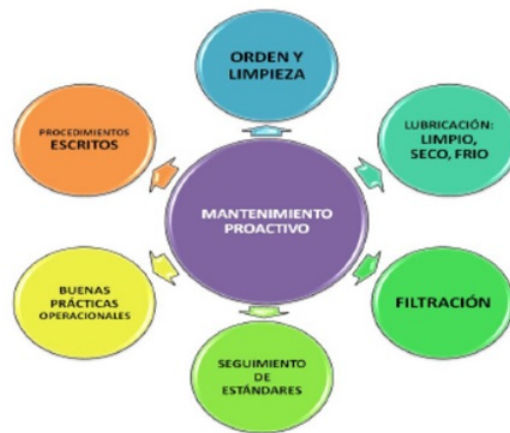


Figura 3. Mantenimiento proactivo o de precisión.

2.3. Indicadores de mantenimiento

Los indicadores de rendimiento de mantenimiento o KPIs (Key Performance Indicators) son métricas que se determinan para medir el rendimiento de una acción determinada. Pueden medir tanto el tiempo ocupado con una parada (planificada o no), como la evolución de la producción.

Las métricas de mantenimiento varían según la empresa, sus objetivos, las estrategias y el plan de acción definidos. Sin embargo, hay un conjunto de métricas que son más importantes y se usan más regularmente [5].

- Confiabilidad.

Es la probabilidad de que un equipo cumpla una misión específica bajo condiciones de uso determinadas en un período determinado. Obtenemos información valiosa acerca de la condición del mismo: probabilidad de fallo, tiempo promedio para fallo, etapa de la vida en que se encuentra el equipo [6].

- Mantenibilidad.

Probabilidad de devolver el equipo a condiciones operativas en un cierto tiempo utilizando procedimientos prescritos, es una función del diseño del equipo (factores tales como accesibilidad, modularidad, estandarización y facilidades de diagnóstico). Si las reparaciones se realizan con personal calificado, herramientas, documentación y procedimientos prescritos, el tiempo de reparación depende de la naturaleza del fallo y de las mencionadas características de diseño.

Tiempo Medio entre fallas (MTBF), Frecuencia con que suceden las fallas o tiempo promedio que es capaz

de operar el equipo a capacidad sin interrupciones dentro del período considerado. Asociado a la confiabilidad.

Tiempo medio para reparar (TMPR) Mean Time to Repair (MTTR), Es el tiempo medio de reparación, una de las métricas más utilizadas por los gestores de mantenimiento. Como su nombre indica, el MTTR representa el tiempo medio necesario para resolver fallos y reparar el activo que sufrió una falla, devolviéndole las condiciones normales de funcionamiento. El tiempo total de mantenimiento de un equipo comienza cuando ocurre el incidente y termina cuando el activo vuelve a su función normal [6].

Esta métrica es un indicador decisivo para verificar cómo la organización puede responder a un incidente y resolverlo rápidamente [7,8].

- Disponibilidad.

Permite estimar en forma global el porcentaje de tiempo total en que se puede esperar que un equipo esté disponible para cumplir la función para la cual fue destinado [6].

- Lubricación.

La lubricación es una operación de mantenimiento para reducir la fricción y, en consecuencia, prevenir la resistencia entre dos partes móviles. Para ello se introduce un fluido que crea una película que separa las superficies de contacto. Si se utiliza grasa como lubricante, la operación se denomina engrasado.

Con dicha operación se consiguen efectuar distintas funciones, además de reducir la mencionada fricción. De esta forma se minimiza el desgaste de las piezas, la temperatura por fricción y se protegen los componentes de la corrosión y de la contaminación [10,11].

3. Conclusiones

Una vez realizado este proceso de identificación de factores clave, es necesario concluir que el poder identificar el proceso óptimo para el mantenimiento y lubricación de los equipos en todos los sectores industriales y muy especialmente en el sector minero, constituye un elemento clave en los procesos de competitividad de las empresas, por el impacto que tiene en la operación en relación al negocio en marcha y los recursos financieros necesarios para solventar cualquier demora en las actividades por fallos en maquinaria y equipo. La confiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los recursos necesarios para llevar a cabo los diferentes tipos

de mantenimiento en forma oportuna, requiere un proceso de planeación continua dentro de los planes operativos de cualquier empresa y muy especialmente en aquellas que se encuentran en el sector de la minería, que representa una actividad esencial en términos de generación de empleos, crecimiento de la cadena de valor y sustentabilidad en México.

Referencias

- [1] Z Seif, E Mardaneh, R Loxton, and A Lockwood. Minimizing equipment shutdowns in oil and gas campaign maintenance. *Journal of the Operational Research Society*, 72(7):1486–1504, 2021.
- [2] Santiago García Garrido. *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Ediciones Diaz de santos, 2010.
- [3] Francisco Javier Cárcel Carrasco. Evolución histórica del mantenimiento industrial en relación a la gestión del conocimiento. *DYNA*, 91(6):590–595, 2016.
- [4] Lourival Augusto Tavares. *Administración moderna de mantenimiento*. Novo Polo Publicacoes, 1999.
- [5] Peter Poór, Josef Basl, and D Zenisek. Predictive maintenance 4.0 as next evolution step in industrial maintenance development. In *2019 International Research Conference on Smart Computing and Systems Engineering (SCSE)*, pages 245–253. IEEE, 2019.
- [6] Linaza Azcuénaga and Luis Ma Azcuénaga Linaza. *Guía para la implantación de un sistema de prevención de riesgos laborales*. FC Editorial, 2004.
- [7] Per A Kullstam. Availability, mtbf and mttr for repairable m out of n system. *IEEE Transactions on Reliability*, 30(4):393–394, 1981.
- [8] Pooya Alavian, Yongsoon Eun, Kang Liu, Semyon M Meerkov, and Liang Zhang. The (α, β) -precise estimates of mtbf and mttr: Definitions, calculations, and induced effect on machine efficiency evaluation. *IFAC-PapersOnLine*, 52(13):1004–1009, 2019.
- [9] Bo Guo and Jinping Chen. Analysis of mtbf/mttr for logistics service system. In *ICTE 2013: Safety, Speediness, Intelligence, Low-Carbon, Innovation*, pages 2868–2875. 2013.

- [10] Heinz P Bloch and Kenneth E Bannister. *Practical lubrication for industrial facilities*. River Publishers, 2020.
- [11] Robert M Gresham and George E Totten. *Lubrication and Maintenance of Industrial Machinery: Best Practices and Reliability*. CRC Press, 2008.

Diseño de concreto estructural ligero con bajas y medianas resistencias para la construcción de viviendas

J.M. Romero-Balderrama^{1,*}, A.D. Cordova-Concha², J.E. Aguilar-Ángeles¹, C.U. Grijalva-Angulo¹, R. Anguiano-Almada¹

¹Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, Subdirección de Posgrado e Investigación, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Estudiante de la maestría en Arquitectura, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: jromero@itesca.edu.mx

Resumen: *El concreto ligero es un concreto similar al concreto de peso normal, excepto que tiene una densidad menor. Se produce con agregados ligeros además de su resistencia al desgaste por la acción atmosférica es casi como la del concreto ordinario. Es recomendable usarlo para colocar sobre techos o rellenos, dar las pendientes necesarias y así lograr un correcto escurrimiento de agua, sin olvidar que es necesario pulir con una capa de cemento la parte superior del concreto ligero. Este concreto también se puede realizar en tabiques o bloques no estructurales, por ejemplo, muros divisorios, ya que no cumplen con una resistencia óptima, pero cuenta con un peso volumétrico adecuado para su fácil manejo. La finalidad de esta investigación es obtener dos tipos de mezclas de concreto ligero que cumplan con las normas oficiales mexicanas, así como la obtención mínima de un peso volumétrico y un costo accesible.*

Palabras clave: Concreto Ligero, Construcción Ligera

Abstract: *Lightweight concrete is a concrete similar to normal weight concrete, except that it has a lower density. It is produced with light aggregates, and its resistance to weathering is almost like that of ordinary concrete. It is advisable to use to place on ceilings or fillings, give the necessary slopes and thus achieve a correct water runoff, without forgetting that it is necessary to polish the upper part of the lightweight concrete with a layer of cement. This concrete can also be made in partitions or non-structural blocks, for example, dividing walls, since they do not comply with an optimal resistance, but it has an adequate volumetric weight for easy handling. The purpose of this research is to obtain two types of lightweight concrete mixes that comply with official Mexican standards, as well as the minimum obtaining of a volumetric weight and an accessible cost.*

Keywords: Maintenance, lubrication, types of maintenance.

1. Introducción

El concreto ligero estructural es un concreto similar al concreto de peso normal, excepto que tiene una densidad menor. Se produce con agregados ligeros como la piedra Pómez, perlita volcánica, esferas de poliestireno o con una combinación de agregados ligeros y normales. Su resistencia es proporcional a su peso, y su resistencia al desgaste por la acción atmosférica es casi como la del concreto ordinario.

El concreto ligero se ha utilizado y popularizado por más de 50 años, pero también es un material que tuvo lugar en épocas antiguas, especialmente en las construcciones de los Romanos en el año 200 D.C. [1-3]

Los antiguos griegos adoptaron el arte de hacer concreto y más tarde la civilización romana copió algunas técnicas para construir varias de sus obras. Mezclando caliza calcinada con finas arenas de origen volcánico se desarrolló el cemento puzolánico. Posteriormente, utilizando rocas de origen volcánico (pómez) como agregado liviano y jarrones de barro incrustados para aligerar el concreto, se construyó el Coliseo Romano y el domo del Panteón con 50 metros de diámetro.

Las primeras investigaciones sobre el concreto ligero dieron paso en el año 1900, con concretos aireados o celulares. En 1924, Erikson obtuvo un concreto ligero a base de la mezcla de sílica y cal combinados con arcillas bituminosas, conocido ahora como Ytong. En 1934 se

patentó el concreto Siporex en Suiza, elaborado a través de un proceso de curado a vapor. En 1938 la Unión Soviética comenzó a utilizar el concreto ligero espumoso [4, 5].

Posteriormente, después de la segunda guerra mundial, debido a su alta demanda en uso, llegó a utilizarse incluso para la construcción de barcos. Así mismo se desarrollaron técnicas para la utilización de cenizas de desechos de calderas para la elaboración de agregados ligeros. [6]

Entonces, en un principio el concreto ligero se limitaba al uso de piedras volcánicas porosas cementadas con calizas. Posteriormente con la aplicación de diversos procesos se logró obtener materiales porosos mediante la adición de aire o agentes espumosos y así se inició la producción de agregados artificiales expandidos [7, 8].

Actualmente este material ha adquirido gran importancia que ha sido necesario afinar y desarrollar aún más la tecnología para la elaboración de estos concretos, que sigan permitiendo obtener bajas densidades, pero al mismo tiempo altas resistencias.

Actualmente, los concretos empleados en la construcción de viviendas en la región del sur de sonora, como pueden ser: cadenas de cerramiento, castillos, firmes de concreto, sobre techos y losas de cimentación, tienen un alto peso volumétrico, alrededor de 2400 kg/m³ y aunque existen nuevos productos (Perla de poliestireno expandido, piedra jal, fibras sintéticas, espumas de poliuretano y fibras de pet) [9-12] que al adicionarlos al concreto pueden aligerarlo, no es usado en todos los elementos de concretos anteriormente descritos que conforman una vivienda, esto por el sobrecosto que genera los aditivos aligerantes del concreto y la falta de costumbre en el uso de estos concretos para uso estructural, es por ello que se busca la utilización de este, para que cumpla con las normas de edificación del ACI-318S-05, ACI-211.2 y las Normas Técnicas Complementarias del reglamento de construcción del Distrito Federal.

También el alto peso volumétrico del concreto repercute en el costo de la edificación, esto conlleva a elaborar zapatas, columnas, vigas y losas con mayores dimensiones y cantidades de acero de refuerzo mayores.

2. Marco Teórico

Los materiales que se usan en los concretos pueden ser de diversos tipos, estos dependen del tipo de concreto a utilizar, a continuación, se mencionaran los materiales usados en concretos convencionales.

2.1. Materiales usados en concretos

Agregados pétreos. Se le conoce como agregados pétreos a los productos granulares que se encuentran en estado natural, ya que estos se mezclan con un cementante para fabricar un concreto [13].

Agregados pétreos gruesos. También se conoce como grava y se obtiene de forma natural y de manera mecánica, este último como resultado de la trituración de roca [13].

La grava tiene varios tamaños llegándose a utilizar hasta 15 cm como máximo y depende de sus usos de la manera que sea más practica a utilizar. También existe una relación que entre más grava tenga la mezcla menos agua se utilizara, esto por cuestiones de resistencia.

Agregados pétreos finos. El agregado fino también es conocido como arena y al igual que el agregado grueso, este se obtiene de medios naturales, como pueden ser ríos y en caso de ausencia de medios naturales, se emplea medios mecánicos para la obtención del mismo [13].

Cemento. Según la norma NMX-C-414-ONNCCE-2004 menciona “El cemento hidráulico es un material finamente pulverizado, que, al agregarle agua, ya sea solo o mezclado con arena, grava, asbesto u otros materiales, tienen la propiedad de fraguar y endurecer, incluso bajo el agua en virtud de reacciones químicas durante la hidratación y que, una vez endurecido, desarrolla su resistencia y conserva su estabilidad.

La siguiente tabla clasifica los cementos por tipos según NMX-C-414-ONNCCE-2004:

Tabla 1. Tipos de cemento y su denominación.

Fuente: NMX-C-414-ONNCCE-04.

TIPO	DENOMINACION	DESCRIPCION
CPO	Cemento Portland ordinario	Es el cemento producido a base de la molienda de Clinker portland y usualmente, sulfato de calcio.
CPP	Cemento Portland puzolanico	Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, materiales puzolanicos y sulfato de calcio.
CPEG	Cemento Portland con escoria granulada de alto horno	Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio.
CPC	Cemento Portland compuesto	Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, sulfato de calcio y una mezcla de materiales puzolanicos, escoria de alto horno y caliza. En el caso de la caliza, este puede ser único.
CPS	Cemento Portland con humo de sílice	Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, humo de sílice y sulfato de calcio
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	Es el cemento que resulta de la integración de Clinker portland, sulfato de calcio y principalmente escoria granulada.

El concreto ligero al igual que el concreto tradicional, es elaborado por tipos de dosificaciones y agregados, pero en este caso, son diferentes agregados que contribuyen a la nueva mezcla, obteniendo un bajo peso volumétrico, pero con la relación de obtener también un bajo coeficiente de resistencia a la compresión.

Aún así, el concreto ligero no es relativamente nuevo en nuestra época, ya que existen registros que se ha utilizado en grandes edificaciones de la antigüedad, tal como es el caso de la cúpula del panteón romano, la cual tiene una dimensión de 44 metros de diámetro el cual fue construido en el siglo II a.C. Este tipo de mezcla es conocido como Argamasa, conformada con piedra pómez como material ligero.

Durante la segunda guerra mundial se aceleró el camino de la investigación del concreto ligero estructural, esto llevo a realizar pruebas con varios tipos de materiales naturales y artificiales, estos últimos se obtuvieron por procesos industriales (cenizas de hornos).

Los materiales para uso en concreto ligero son aquellos que tiene un bajo peso volumétrico y de los cuales su uso es muy frecuente en la industria de la construcción.

La Piedra Pómez es un vidrio volcánico de estructura celular. Se produce por el enfriamiento rápido de materiales en fusión eyectados por los volcanes, debido a lo cual quedan ocluidos en la masa, el vapor y los gases que aquellos contenían, dando origen a la formación de un producto tan poroso y liviano que flota en el agua, recibiendo el nombre de piedra pómez para los granos con un diámetro mayor a 4 mm y pumita con un diámetro inferior a 4 mm.

Otro material usado es la perla expandida de poliestireno, es un producto de expansión primaria de pequeños granos de poliestireno puro en recipientes de operación continúa alimentados con vapor de agua bajo condiciones controladas de temperatura y presión; estas perlas contienen aditivos retardantes a la flama” según FANOSA¹.

Tabla 2. Ventajas y desventajas de materiales ligeros.

MATERIALES	VENTAJAS	DESVENTAJAS	USOS
Piedra Pómez	Bajo peso volumétrico por m ³ y alta eficiencia energética	Este material se encuentra solo en zonas volcánicas por lo tanto el costo de adquisición varía por zonas.	Se utiliza principalmente en fabricación de concreto de baja densidad, elaboración de bloques y ladrillos de concreto y en recubrimiento en fachadas.
Perla de poliestireno expandido	Bajo peso volumétrico por m ³	Poca cohesión con los demás materiales que conforman la mezcla.	Se utiliza para corregir, rellenar, y fabricar pendientes en losas, como aislamiento térmico.

¹<https://www.fanosa.com/>

3. Metodología

De acuerdo a la norma NMX-C-083-ONNCCE-02, establece los métodos de prueba para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en especímenes cilindros moldeados y corazones de concretos con una masa volumétrica mayor a 900 kg/m³ y sus normas complementarias, NMX-C-109-ONNCCE, para cabeceo de especímenes cilíndricos, NMX-CH-027-SCFI, para verificación de máquinas de ensaye uniaxiales- máquinas de ensaye a la tensión, NMX-C-169-ONNCCE, para obtención y pruebas de corazones y vigas extraídas de concreto endurecido, NMX-C-251-ONNCCE, para terminología del concreto además de NMX-C-160 Y NMX-C-161 (1997) para las edades del fraguado del concreto.

Por lo tanto, se optó a diseñar la siguiente metodología: Se elaborarán 2 tipos de mezclas en las cuales cada mezcla tendrá 3 testigos de concreto con edades a 7 días, 14 días y 28 días. Cada cilindro de concreto tendrá dimensiones de 10 cm x 20 cm, además 2 lotes adicionales con cilindros de 15cm x 30cm. Dando un total de 18 cilindros chicos de 10cm x 20 cm y 6 cilindros grandes de 15 cm x 30 cm.

1. Procedimiento de granulométrica en arena. Se utilizara la prueba de laboratorio para poder encontrar el módulo de finura con diferentes tamices en un banco de arena además de realizar su cuarteo
2. Probeta para pruebas mecánicas. Se utilizará cilindro metálico, de 10 cm diámetro, por 20 cm de altura, para contener la mezcla además de otro cilindro de 15 cm de diámetro, por 30 cm de altura y obtener una forma cilíndrica.
3. Selección los materiales para la elaboración de la mezcla. Se seleccionarán los materiales para la elaboración de la mezcla para el concreto ligero: cemento portland ordinario CPO, arena, piedra pómez, perlita mineral expandida con silicón y fibras metálicas.
4. Preparación de la mezcla. Se fabricarán dos tipos de mezclas con diferentes dosificaciones, esto para poder elegir las mezclas con mejores propiedades mecánicas y de durabilidad que cumplan con los requerimientos de diseño de la estructura.
5. Aplicación vibración y compactación a la probeta que contiene la mezcla. La colocación, protección y compactación, son factores importantes para la obtención de una estructura resistente, compacta,

impermeable, segura, durable, de aspecto y textura uniforme. La compactación es el proceso que se emplea para que la mezcla en su estado sólido obtenga dichas características, se trata de densificar la mezcla todavía blanda reduciendo a un mínimo la cantidad de aire atrapado (burbujas). En este caso se utilizará compactación por vibrado, en la cual se golpeará de manera moderada el molde con un martillo de goma o una varilla, los materiales se asientan haciendo que las partículas de agregados se aprieten más una con otra. Esta fluidificación hace que el aire atrapado surja a la superficie, y que el concreto se compacte. Por último, se eliminarán los excesos.

6. Secado de la mezcla. Después de aplicarle vibración a los moldes, se dejará fraguar la mezcla en los moldes cilíndricos metálicos, por consiguiente, los elementos de concreto pasaran a una etapa de curado. Todo esto con lapsos diferentes de 7 días, 14 días y 28 días, para poder realizar análisis estadísticos del comportamiento de la resistencia a diferentes edades del concreto. Para los requerimientos de resistencia del concreto se tomará, según las normas NMX C-160 y NMX C-161 (1997).
7. Desarrollo de pruebas de laboratorio. Para determinar que la mezcla de concreto obtenido sea acorde a los objetivos de la investigación, se procederá a analizarlos en un laboratorio de calidad de concreto, ya que dichos elementos tienen que cumplir con los requerimientos de resistencia y durabilidad. Se realizaron pruebas de peso para poder establecer su densidad (kg/m^2) y pruebas de ensayo destructivas, para obtener su resistencia (kg/cm^2), según la norma mexicana NMX-C-083-ONNCCE (2002).

4. Conclusiones

Con las observaciones y la investigación que se hicieron con los ensayos a los testigos de concretos con los dos tipos de mezcla de concreto ligero, se pudo determinar una resistencia a la compresión de muestra 1 de $20.01 \text{ kg}/\text{cm}^2$ y con la muestra 2 se obtuvo una resistencia a la compresión de $20.31 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

También en los resultados se obtuvo una baja densidad (peso volumétrico) promedio de la muestra 1 de $1102.78 \text{ kg}/\text{m}^3$ con un revenimiento de 6 cm y con un costo volumétrico de \$ 2,345.56, y de muestra 2 con un revenimiento de 4 cm y un costo de \$2,680.38 con un peso

volumétrico $1114.22 \text{ kg}/\text{m}^3$ esto al compararlo con el peso volumétrico de concreto convencional de $2100 \text{ kg}/\text{m}^3$.

Como recomendación para la continuación del proyecto y obtener un mayor resultado a la compresión, se sugiere 3 recomendaciones en distintos puntos del proceso de elaboración.

- Al momento de mezclar todos los agregados se debe poner el doble de la proporción del cemento, teniendo 11 kilogramos de cemento por cada muestra de las mezclas, esto aumentaría la capacidad de la resistencia
- Se recomienda usar para colocar sobre techos o rellenos, para poder dar las pendientes necesarias para el escurrimiento de agua, sin olvidar que es necesario pulir con una capa de cemento la parte superior del concreto ligero.
- Este concreto también se puede realizar tabiques o bloques no estructurales, por ejemplo, muros divisorios, ya que no cumplen con una resistencia óptima, pero cuenta con peso volumétrico adecuado para su fácil manejo.

Por lo tanto, se concluye que el diseño de las mezclas no fue óptimo por la baja cantidad de cemento agregado, eso fue un factor primordial por el cual las pruebas de compresión no alcanzaron su objetivo esperado de 60 a $80 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

Referencias

- [1] Pablo Guerra García. *Sola romani: morteros hidráulicos romanos en la Península Ibérica*. PhD thesis, Arquitectura, 2015.
- [2] Pablo Guerra-García, Felipe Gómez-Moreno, César Manuel Heras-Martínez, and Ana Bastita-Ramírez. Metodología y resultados previos en el estudio de fragmentos de fauna en morteros romanos. *Ambiente Construido*, 18:33–47, 2018.
- [3] Vicente Flores Alés and A Guiraúm Pérez. Estudio de una selección de morteros de época romana de la provincia de Sevilla. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 5(21):92–97, 1997.
- [4] José Ignacio Alvarez, Antonio Martín, and PJ García Casado. Historia de los morteros. *Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 13:52–59, 1995.

- [5] Karl-Christian Thienel, Timo Haller, and Nancy Beuntner. Lightweight concrete—from basics to innovations. *Materials*, 13(5):1120, 2020.
- [6] Ricardo Cruz, Ludwing Pérez, Darío Acosta, and Keeyin Castillo. Propiedades del concreto con sustitución de escoria de horno de cubilote como agregado fino y escoria granulada. *Revista Colombiana de Materiales*, (5):291–296, 2014.
- [7] Kim Hung Mo, U Johnson Alengaram, and Mohd Zamin Jumaat. Bond properties of lightweight concrete—a review. *Construction and Building Materials*, 112:478–496, 2016.
- [8] John Newman and Phil Owens. Properties of lightweight concrete. *Advanced concrete technology*, 3:1–29, 2003.
- [9] Abdulkadir Kan and Ramazan Demirboğa. A novel material for lightweight concrete production. *Cement and Concrete Composites*, 31(7):489–495, 2009.
- [10] Phaiboon Panyakapo and Mallika Panyakapo. Reuse of thermosetting plastic waste for lightweight concrete. *Waste management*, 28(9):1581–1588, 2008.
- [11] Payam Shafiqh, Mohd Zamin Jumaat, and Hilmi Mahmud. Oil palm shell as a lightweight aggregate for production high strength lightweight concrete. *Construction and Building Materials*, 25(4):1848–1853, 2011.
- [12] Helmut Weigler and Sieghart Karl. Structural lightweight aggregate concrete with reduced density—lightweight aggregate foamed concrete. *International Journal of Cement Composites and Lightweight Concrete*, 2(2):101–104, 1980.
- [13] José Luis García-Rivero. Manual técnico de construcción. *México: Porrúa*, 2008.

La gestión financiera para mejorar el funcionamiento de las operaciones financieras en el sector comercio en microempresas.

M. Hurtado¹, C.O. Zapuche-Moreno^{2,*}, M.L. Sánchez-Cruz²

¹Estudiante de la Maestría en Administración, Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

²Tecnológico Nacional de México/ITS de Cajeme, División de Licenciatura en Administración, Carretera Internacional a Nogales Km. 2, CP. 85024, Cd. Obregón Sonora, México.

*e-mail: czapuche@itesca.edu.mx

Resumen: *Algunos autores que se enfocan al estudio de las microempresas, han realizado investigaciones deduciendo que existe información que ayuda a mejorar el control y funcionamiento de las empresas. Un factor importante que deben tener en cuenta las MiPymes es aplicar conceptos y herramientas financieras que proporcionan diferentes autores, de esta manera podrán alcanzar de una forma más fácil la permanencia en el mercado. El objetivo es hacer que las microempresas tengan un mejor control y funcionamiento respecto a la administración financiera. Se trata de dar inicio a un manejo técnico, humano y lo más relevante es que se enfoca en el proceso de la administración y la asignación de los recursos financieros dentro de las microempresas. Actualmente las microempresas, sufren inestabilidad económica y financiera; es por ello la necesidad de elaborar y proponer un modelo de la gestión financiera, que ayude a que las microempresas obtengan un mejor control y funcionamiento financiero.*

Palabras clave: MyPimes, gestión financiera

Abstract: *Some authors who focus on the study of microenterprises, have conducted research deducing that there is information that helps improve the control and operation of companies. An important factor that must be taken into account the MiPymes it is to apply concepts and financial tools that different authors provide, in this way they will be able to reach in an easier way the permanence in the market. The proposal of this paper mentions the importance of financial management in microenterprises. The objective is to make the microenterprises have better control and functioning with respect to financial administration. It is about starting a technical, human management and the most relevant is that it focuses on the process of administration and the allocation of financial resources within microenterprises. At present, the micro-enterprises suffer economic and financial instability; that is why the need to develop and propose a model of financial management, which helps microenterprises obtain better control and financial performance.*

Keywords: SMEs, financial management

1. Introducción

Según [1], las pequeñas y medianas empresas, las Pymes, son muy importantes para la economía de cualquier país. Tan sólo en México son más de cuatro millones, generan 72% del empleo y aportan 52% del Producto Interno Bruto (PIB). Estos negocios son los que hacen competitivo a un país, los que atraen inversiones y fortalecen las industrias. Sin embargo, la incertidumbre económica en el mundo ha hecho que algunas empresas en desarrollo no

se consoliden apropiadamente y sean vulnerables ante los constantes cambios.

Las Pymes están preparadas para crecer a pesar del escenario tan retador, las Pymes mexicanas han mostrado confianza en su habilidad para incrementar los ingresos y la rentabilidad de su negocio durante 2017, de acuerdo con la encuesta “Global SME (Small Medium Enterprise) Pulse” de American Express, que es aplicada a propietarios, altos ejecutivos y tomadores de decisiones de Pymes en 15 países [1].

Dado que el optimismo sobre la economía es moderado (37% opiniones positivas contra 19% negativas), las Pymes de México han comenzado a buscar formas innovadoras para crecer, y una de sus principales estrategias es tratar de incursionar en nuevos mercados, tanto nacionales como internacionales. Con estas tácticas, más de la mitad (59%) espera un crecimiento de los ingresos de al menos 4% en este año, y en términos de rentabilidad, casi la mitad (48%) pronostica un beneficio de al menos 6% anual en los próximos tres años [1].

Y no es de extrañar que las Pymes desarrollen estrategias para su crecimiento, ya que tal como lo indica la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas -que realizan el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) y el Banco Nacional de Comercio Exterior (Bancomext)- más del 40% de las medianas compañías en el país tiene como prioridad la búsqueda de mejoras en sus procesos pues pretenden estar más preparadas y ser cada vez más competitivas.

Las Pymes buscan financiamiento para crecer, este tipo de estrategias han mantenido a las pequeñas y medianas empresas positivas sobre su futuro, pero, aun así, hay barreras que impiden que lleguen a sus metas. Según la encuesta (“Global SME Pulse, 2017”), 51% afirma tener dificultad para acceder a los financiamientos necesarios para invertir y hacer crecer el negocio, ya que el flujo de efectivo afecta su capacidad de pagar a los proveedores en tiempo y forma.

Al día de hoy, estas Pymes dependen del capital existente y del acceso a los fondos, así como de los préstamos bancarios para financiar su inversión. Por eso, no es de sorprenderse que, durante este año, una de sus prioridades sea la búsqueda de nuevas formas de financiamiento.

Sin importar en qué etapa se encuentre la empresa, siempre es importante tener claros los planes a largo plazo. Construir una marca no se da de la noche a la mañana y está claro que existen dificultades en el camino para consolidarse en la industria. Algunos puntos financieros básicos para tener en mente:

- Fijar el precio del dólar en las negociaciones para evitar pagar excedentes ante la volatilidad del mismo.
- Buscar proveedores locales para favorecer el flujo de efectivo y negociaciones que les beneficien a ambos.
- Licitación con más de tres proveedores para asegurarse de tener la mejor opción.

- Tener relación estrecha con la institución bancaria a la que pertenece para realizar un “traje a la medida” de sus necesidades financieras y que también pueda ajustarse cuando sea necesario.

Una de las limitaciones a nivel interno que muestran las microempresas viene a ser su gestión financiera, la cual se transforma en una parte clave ya que emite a las demás áreas de la organización al ser la autorizada de lograr y asignar los recursos necesarios para el impulso de las operaciones de la empresa, de ahí la importancia del cálculo, valoración y fortalecimiento de esta variable y más aún en las microempresas en las cuales los términos de gestión y operación son todavía muy elementales.

Pensando que una de las principales dificultades que se le presentan a las microempresas es el control financiero y si bien es cierto que la gestión financiera es de gran importancia para el buen funcionamiento de la microempresa, ha nacido el interés de esta indagación por probar desde un enfoque interno la gestión financiera a través de sus modelos financieros; de este modo se tiene como objetivo esencial estudiar la vinculación entre la gestión financiera con la microempresa del sector comercio, reconociendo elementos claves en la gestión financiera que conlleven a aumentar tanto el desempeño financiero como a su rentabilidad y competitividad en el mercado.

Con el trabajo de evaluación de cada uno de los sectores de la gestión financiera se busca aumentar conocer la problemática y caracterización de la gestión financiera reciente de la microempresa, de manera que se logre identificar las variables más importantes y se focalicen las diferentes políticas y estrategias en los puntos críticos evidenciados, lo anterior con el propósito de fortalecer sus procesos internos, mejorar su rentabilidad y contribuir a su permanencia en un entorno cambiante y competitivo.

2. Planteamiento del problema

Es de suma importancia señalar que las microempresas, tienen una gran capacidad de generar empleos, actualmente favorecen el desarrollo económico de las familias, a pesar de ello es importante señalar que existen bastantes factores como la de una buena administración financiera, que ponen en riesgo su estabilidad y sobrevivencia, siendo la ausencia de un plan estratégico y la falta de un mejor control financiero, por eso es necesario aplicar un modelo financiero que ayude para mejorar el funcionamiento de las operaciones financieras de la empresa.

Es común que los emprendedores, al conformar un negocio, tengan ideas y talento, pero no es suficiente, ya que es indispensable el desarrollo de un plan, control, organización, de negocios, en donde se visualice a la empresa como una organización corporativa y no como un negocio familiar [2].

De acuerdo con [3], dice que resulta relevante si se considera la problemática que presentan la microempresa para aplicar sus recursos repercute en el mejoramiento de sus operaciones (mejoras en el capital de trabajo, compra de equipos y maquinaria, compra o adquisición de estructura física...entre otros), perjudica el desempeño no solo del área financiera sino de otras áreas de la organización, afecta la competitividad, la continuidad y dinamismo de los negocios, sucesos que impactarán las utilidades y llevarán en algunos casos a comprometer su supervivencia.

3. Justificación

Teniendo en cuenta que las microempresas son de gran importancia para la generación de empleo, promueven el desarrollo local, el bienestar social, mejoran la distribución del ingreso, contribuyen al crecimiento en el municipio y considerando los múltiples esfuerzos por lograr su formalización, promoviendo la creación de empresa y el emprendimiento. Aclarando, que si bien es cierto que la gestión financiera no es la única deficiencia a nivel interno que presenta las microempresas, si se considera uno de los ejes centrales de una gestión eficiente. De esta manera se espera que en caso de presentarse una relación positiva entre los elementos que componen la gestión financiera y el funcionamiento financiero, se pueda identificar cuales elementos y herramientas características debiera tener dicha gestión (experiencias exitosas), con el propósito de generar aprendizaje para que las micro empresa puedan empezar a implementar políticas y estrategias adecuadas de gestión financiera con el fin de fortalecer su desempeño y con ello contribuir a que tengan una mejor rentabilidad y control financiero. La globalización de los mercados, el mayor número de competidores y una variación en las necesidades y exigencias de los clientes, ha motivado cambios para los cuales las organizaciones deben estar preparadas. Según, Rosillón [4], las exigencias implícitas en estos cambios hacen indispensable que las unidades empresariales busquen estrategias y herramientas idóneas que les permitan aplicar sus recursos financieros de manera adecuada. García [5] dice, “Es por esto que se considera importante identificar los aspectos que se deben

tener en cuenta para una gestión financiera eficiente y con ello incentivar a estas empresas a que tengan una cultura de planificación y gestión en esta área”. Según [5], se debe identificar los aspectos que se deben tener en cuenta para una gestión financiera eficiente y con ello incentivar a esta empresa a que tenga una cultura de planificación y gestión en esta área. Es importante brindar asistencia técnica y gerencial de manera que puedan administrar de manera eficiente sus recursos, pues a pesar de que diferentes estrategias financieras busquen impulsarlas. El presente trabajo es pertinente en la medida que pocos estudios han caracterizado y analizado la incidencia de factores internos como la gestión financiera en las dificultades de las microempresas para tener un mejor control financiero, y en cierta forma esta limitación incide en su crecimiento.

4. Objetivos

Los objetivos que se plantean son los siguientes:

- Documentar información financiera aplicando algunos procesos mediante la realización de visitas, aplicación de cuestionarios y así diseñar un modelo de Gestión Financiera que ayude al control y funcionamiento financiero de las principales microempresas.
- Explicar los conceptos de finanzas y de la gestión financiera como también su importancia.

5. Marco Teórico

5.1. Las micro y pequeñas empresas

Para dar inicio a las Pymes, se presentará de forma general y se explicará las concepciones que se tienen respecto a ellas, buscando obtener un consenso entre las diferentes fuentes de información, para obtener la comprensión del significado, su composición estructural.

5.1.1. Las Pymes

Según INEGI (2014), las Pymes son las que presentan una menor productividad en la economía en el estado de Sonora, y puede estar formada hasta por una persona, generando también menores ingresos e incluso las que tienen pocos activos.

En general hace referencia a empresas que están formadas por 10 trabajadores para las microempresas, para las pequeñas empresas es aún más diversa, el rango para este segmento es de 11 a 50 trabajadores, para el segmento

de empresas medianas aun es más diversa, el rango es de 51 a 250 y para las grandes empresas es de 250 y más trabajadores.

Para poder observar y analizar la clasificación de las Pymes según el número de empleados, se mostrará la información antes mencionada mediante la realización de la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de las empresas. Fuente INEGI, Micro, Pequeña y Gran Empresa. Estratificación de los Establecimientos. Censos Económicos (2014).

Tamaño	Total de trabajadores
Microempresas	1 a 10
Pequeñas	11 a 50
Medianas	21 a 250
Grandes	251 a más

5.1.2. Problemas más comunes en las Pymes

Según [6], existen muchos factores que ocasionan problemas a las Pymes, en seguida se presentan algunos que señala:

- Elevados costos de producción y de ventas (Proveedores).
- Empleados no capacitados.
- Baja productividad competitividad a nivel estado y municipal.
- Incapacidad en calidad y cantidad de los productos y servicios.
- Poco apoyo tecnológico y técnico.
- Poco acceso a financiamiento.
- Falta de conocimiento respecto a la comunidad en escasez de recursos.

Otros problemas importantes que enfrentan las microempresas son las relacionadas con liderazgo, clientes, planeación, proveedores.

5.1.3. Las Pymes del sector comercio

Según datos de INEGI (2015), dice que la Población Económica Activa (PEA), aumento a 1,363,500 personas, lo cual representa el 62.4% de la población en edad de trabajar. Del total de la (PEA), el 95.1% está ocupada y el 4.9% desocupada.

En el Estado existen 110,000 entidades económicas según datos de INEGI las principales actividades económicas se encuentran: comercio (15.8%), minería no petrolera (12.7%), servicios inmobiliarios (9.8%), fabricación de maquinaria y equipo (9.8), y en construcción un (8%). Representando un 56.1% del PIB estatal.

5.2. Teoría financiera

A continuación, se explicará la importancia que tiene la administración financiera dentro de las organizaciones, más adelante algunos autores mencionan como debe ser aplicada dentro de las empresas.

5.2.1. Conceptos de Administración Financiera

Como se enuncia en [7], en el mundo empresarial actual, se dice que las organizaciones tienen que ser redituables, sustentables y competitivas, y para lograr esto se debe tener una buena administración.

La administración financiera “es la coordinación de las actividades de trabajo de modo que se realicen de manera eficiente y eficaz con otras personas y a través de ellas” aprovechando cada uno de los recursos que se tienen como los recursos humanos, materiales, financieros y tecnológicos, para cumplir con los objetivos que se persiguen dentro de la organización.

Según Moreno [8], algunos autores definen a la administración financiera de la siguiente manera: “Es una fase de la administración general, que tiene por objeto maximizar el patrimonio de una empresa a largo plazo, mediante la obtención de recursos financieros por aportaciones de capital u obtención de créditos, su correcto manejo y aplicación, así como la coordinación eficiente del capital de trabajo, inversiones y resultados, mediante la presentación e interpretación para tomar decisiones acertadas”.

Según Castro [9], la define como “aquella disciplina que, mediante el auxilio de otras, tales como la contabilidad, el derecho y la economía, trata de optimizar el manejo de los recursos humanos y materiales de la empresa, de tal suerte que, sin comprometer su libre administración y desarrollo futuros, obtenga un beneficio máximo y equilibrado para los dueños o socios, los trabajadores y la sociedad”.

Según Gitman [10], piensa que “las finanzas son el arte y la ciencia de administrar el dinero, también dice que casi todos los individuos y organizaciones ganan o recaudan dinero y lo gastan o lo invierten. Según Ochoa Zetzer [11], dice que “las finanzas son la rama de la economía que se relaciona con el estudio de las actividades de inversión tanto en activos reales como en activos financieros, y

con la administración de los mismos”. Por lo tanto, la administración financiera es una disciplina que optimiza los recursos financieros para el logro de los objetivos de la organización con mayor eficiencia y rentabilidad.

5.2.2. Las finanzas en las empresas

Una organización que realiza una buena administración financiera coopera para alcanzar su objetivo principal y para su éxito en el mercado empresarial.

La administración financiera dentro de las organizaciones significa alcanzar la productividad con el manejo adecuado del dinero, y esto se refleja en los resultados (utilidades), maximizando el patrimonio de los accionistas, y se asocia a los siguientes objetivos:

- 1.- Obtención de los fondos para el desarrollo de la empresa e inversiones.
- 2.- Inversión en activos reales (activos tangibles como inventarios, inmuebles, muebles, equipo, etcétera).
- 3.- Inversión en activos financieros (cuentas y documentos por cobrar).
- 4.- Inversiones temporales de aquellos excedentes que se obtengan de efectivo.
- 5.- Coordinación de resultados (reinversión de las utilidades y reparto de utilidades).
- 6.- Administración del capital de trabajo.
- 7.- Presentación e interpretación de información financiera.

Para lograr los objetivos planteados anteriormente, la administración financiera aplica técnicas de acuerdo al siguiente proceso, mostrado en la Fig 1:

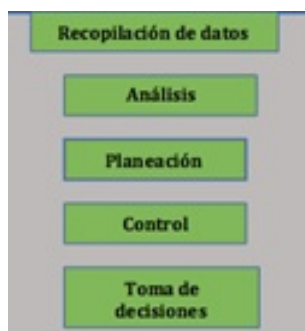


Figura 1. Técnicas financieras dentro de las organizaciones.

5.2.3. Funciones financieras

Según [9], define la función financiera como “la obtención y aplicación razonable de los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la empresa u organización”.

Dentro de la organización, los administradores financieros describen la administración financiera de acuerdo a sus funciones y responsabilidades, aunque cada empresa tiene objetivos y políticas específicas de manejo que las hace únicas, pero de manera general o clave se pueden mencionar: la inversión, el financiamiento y las políticas de dividendos.

Las funciones de la administración financiera se refieren a visualizar el desarrollo de todas las operaciones a futuro, así como las inversiones que se puedan realizar en la organización con la finalidad de ser una empresa productiva, rentable y competitiva.

5.2.4. Análisis e interpretación de los estados financieros

Analizar los estados financieros, consiste en estudiar cada una de las partes que componen los estados financieros, aplicando técnicas para hacer observaciones. A continuación, se dará una breve explicación.

5.2.5. Generalidades del análisis e interpretación de los estados financieros

A continuación, Ochoa Zetzer [11], ofrece una definición de cada uno de los estados financieros:

Balance general: Es un estado financiero que presenta la situación financiera de una entidad, en el que se muestran los bienes y derechos que son propiedad de la empresa (activos), las deudas y obligaciones contraídas por la empresa (pasivos) y el patrimonio de los socios o accionistas (capital contable), y se indican a una fecha determinada.

Estado de resultados: Es un documento contable que presenta cómo se obtuvieron los ingresos, los costos y los gastos, y la forma en la que se obtuvo la utilidad o la pérdida neta como resultado de las operaciones de una entidad durante un periodo determinado.

5.2.6. Métodos de análisis financiero

Los métodos para el análisis financiero más importantes son:

El método de porcentajes integrales, consiste en expresar en porcentajes las cifras de los estados financieros en cada una de las partidas para poder interpretar las cifras.

Razones financieras, Este método consiste en analizar a los dos estados financieros, es decir, al balance general y al estado de resultados, mediante la combinación entre las partidas de un estado financiero o de ambos. Las razones financieras donde se combinan únicamente partidas del balance general se denominan estáticas ya que están a una fecha determinada; cuando se trata de partidas del estado de resultados son llamadas dinámicas ya que corresponden a un periodo determinado; y cuando se combinan las partidas de los dos estados financieros se denominan estático-dinámicas. Estas razones tienen como finalidad el estudio de cuatro indicadores fundamentales de las empresas: solvencia, actividad o productividad, endeudamiento y rentabilidad.

Flujo de efectivo, es un método que utilizan los administradores financieros para saber si las empresas cuentan con los fondos necesarios para realizar sus operaciones. Para efectuar este flujo de efectivo se deben conocer todos los conceptos por los cuales se obtienen ingresos, por la operación normal de las actividades propias del negocio o por financiamiento, también es necesario saber los egresos que se tienen para cubrir todos los gastos de las operaciones normales o de financiamiento. Al flujo de efectivo también se le denomina cash Flow, que significa secuencia del efectivo; se recomienda realizarlo a un corto plazo para que sea más real, lo indicado es hacerlo a un año, desglosado mes a mes, además se le debe dar un seguimiento adecuado pues es un instrumento de planeación.

Punto de equilibrio, el índice del punto de equilibrio es un método que sirve como herramienta para realizar el presupuesto, que presenta de manera anticipada el nivel de ingresos que la empresa debe obtener para poder cubrir el total de gastos y costos, todo esto permite fijar los objetivos de ventas para lograr obtener las ganancias fijadas. Se debe indicar que el índice del punto de equilibrio no es solamente el vértice donde se juntan los ingresos con los egresos, y no se tienen pérdidas ni ganancias como comúnmente se conoce. En general, existen dos puntos de equilibrio: el económico y el financiero.

5.2.7. Interpretación de la información financiera para la toma de decisiones

Cuando han sido aplicados los métodos de análisis financiero de una empresa en relación con la solvencia, la actividad, la productividad y la rentabilidad, y existen los fondos monetarios necesarios para realizar sus operaciones, así como las unidades a producir y vender para obtener los objetivos planteados, lo

cual es un resultado cuantitativo, el segundo paso es la interpretación de resultados para tomar decisiones que ayuden a mejorar los resultados obtenidos. Esta interpretación se deberá realizar sobre cada método aplicado considerando los aspectos que se evalúan.

5.3. Gestión financiera - Generalidades

Uno de los problemas que presentan las microempresas con especial agudeza es su sistema gerencial-administrativo. Dentro de los principales elementos de este sistema se encuentra la función financiera, la cual puede considerarse como aquella fuente que irradia a las demás áreas de la organización al ser la encargada de la obtención y asignación de los recursos necesarios para el desarrollo de las operaciones del negocio Colina (2008).

En [12] se define a la gestión financiera como aquella que decide, gestiona y administra por un lado las decisiones de inversión y por otro lado la dotación de recursos, atendiendo siempre a la necesidad de optimizar resultados y añadir valor a la empresa.

La gestión financiera se define como el “proceso que involucra los ingresos y egresos atribuibles al realización del manejo racional del dinero en la organizaciones y en consecuencia, la rentabilidad financiera generada por el mismo”, Es decir, el objeto básico de la gestión financiera puede caracterizarse en dos partes: una primera, encargada de la generación de recursos (terceros y socios) y una segunda encargada de la eficiencia y eficacia de la asignación y utilización de los recursos [4].

5.3.1. Gestión Financiera Integral

Hasta el momento se han presentado diversas definiciones sobre la gestión financiera, las cuales difieren en algunos elementos que la caracterizan, pero convergen en su objeto básico de obtención y asignación de recursos. No obstante, es importante considerar los aportes que se han hecho en México y las metodologías que se han propuesto alrededor de esta variable. Por esto se elaborará una propuesta de gestión financiera de manera agregada dentro de la organización la cual han denominado Gestión Financiera Integral.

5.3.2. Modelo de la Gestión Financiera Integral

Hasta el momento se han presentado diversas definiciones sobre la gestión financiera, las cuales difieren en algunos elementos que la caracterizan, pero convergen en su objeto básico de obtención y asignación de recursos. No obstante, es importante considerar los aportes que se

han hecho en México y las metodologías que se han propuesto alrededor de esta variable. Diversos autores [4–6], elaboraron una propuesta de gestión financiera de manera agregada dentro de la organización la cual han denominado Gestión Financiera Integral.

5.3.3. Modelo de la Gestión Financiera Integral

Modelo de la Gestión Financiera Integral

Considerando lo anterior y teniendo en cuenta las debilidades de la organización clasificada como microempresa, se ha establecido un modelo de gestión financiera integral (ver fig. 2) que permita “no solo optimizar sus recursos sino llevar a estas empresas hacia la generación de valor”, de manera que las decisiones que se tomen contribuyan a mejorar no solo sus necesidades de recursos sino su estabilidad, permanencia y competitividad. El modelo propuesto busca apoyar el proceso de toma de decisiones en lo concerniente a inversión, así como en procesos de negociación y estrategia empresarial.

La ilustración anterior divisa la correlación e influencia entre los componentes del modelo, de manera que las decisiones tomadas en una de las partes trascienden a las demás áreas, por lo cual desde un modelo de gestión financiera integral como el propuesto por García [5], se puede lograr una articulación entre las partes que conforman la empresa y evaluar los resultados económicos derivados de cada elemento y su impacto en la generación de valor.

5.3.4. Modelo de la gestión financiera

El modelo de la gestión financiera planteado por Pastor [13], consta de tres fases: la fase I referida a la planificación de actividades y planificación financiera y presupuestal; la fase II, como referencia a la ejecución y análisis de la información financiera y la fase III de control y apoyo a la toma de decisiones. La fase de planificación, se constituye en una etapa a priori donde se realiza lo que normalmente llamamos un análisis ex – ante; la fase de ejecución y análisis por sus características es una etapa de proceso sobre la marcha y la fase de control y decisión, es asociada a una etapa de análisis ex - post por tratarse de un monitoreo de actividades físicas y presupuestarias orientadas al funcionamiento organizacional, además de apoyar al proceso decisional por la generación de reportes e indicadores estratégicos, (ver Fig. 2).



Figura 2. Modelo de la gestión financiera.

6. Método

La investigación se realizará en la modalidad cuantitativa porque para la elaboración del Modelo de Gestión Financiera se requerirá de datos reales en cuanto a cantidades y valores, los mismos que permitieron evidenciar la información registrada a nivel contable y administrativa. Descriptiva: Ayudará en la descripción de los diferentes procedimientos, factores, lineamientos que se plantearán para la elaboración del modelo de gestión financiera en las microempresas.

7. Conclusiones

A partir de los hallazgos encontrados en esta investigación, se pudo visualizar y analizar la conceptualización más relevante, donde juntos o individualmente ayudan a obtener resultados favorables. Entre los términos más importantes se encuentran: proveedores, recursos financieros, clientes, administración de efectivo y financiamiento. Al referirnos de recursos financieros, los recursos financieros de una organización deben de aplicarse de manera eficiente y eficaz, para cumplir con los objetivos que se desea alcanzar. Se manifiesta a la administración financiera de maximizar el patrimonio de una empresa a largo plazo, mediante la obtención de recursos financieros por aportaciones de capital u obtención de créditos y por su correcto manejo y aplicación. En el caso de las MiPymes, el recurso financiero representa muy importante para el funcionamiento del negocio, es por ello que las microempresas deben aplicarlo correctamente para poder subsistir en el Mercado, de tal manera es importante que permanezcan activas porque a través de ellas se generan en su mayoría empleos para las familias alamedenses, y por lo tanto el Desarrollo económico se incrementa; tomando como referencia lo que dicen

los actores antes mencionados, las MiPymes de no cuentan con un control financiero adecuado, pero si tienen la experiencia suficiente para manejar y aplicar correctamente sus recursos. Referente a la relación de clientes y administración de efectivo, otros autores consideran de suma importancia a esta función porque trata de analizar el capital de trabajo que debe tener una organización para que funcione perfectamente, sin faltar o sobrar el dinero, también menciona que las cuentas por cobrar son importantes porque son las que generan efectivo, siempre y cuando aplicando correctas políticas de cobro. Las MiPymes cuentan con una cantidad considerable en su cartera de cliente, estoy totalmente de acuerdo a lo dice el autor antes mencionado, respecto al manejo del capital de trabajo, pero las microempresas en su mayoría no implementan métodos financieros de ayuda para aplicar políticas de control de cobro, ese es uno de los problemas que actualmente presentan los negocios. Por lo tanto, si no existe un buen control de cobro a clientes, no existirá una buena administración de efectivo.

Referencias

- [1] Forbes México. Pymes mexicanas y su estrategia para 2017. *México: Red Forbes. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/pymes-mexicanas-y-su-estrategia-para-2017>*, 2017.
- [2] Tuomo Eskelinen, Mervi Rajahonka, Kaija Villman, and Ulla Santti. Improving internal communication management in smes: Two case studies in service design. *Technology Innovation Management Review*, 7(6), 2017.
- [3] Ziyu ZHANG. Financing problems and solutions of smes. *Management Science and Engineering*, 8(3):50–56, 2014.
- [4] Marbelis Alejandra Nava Rosillón. Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista venezolana de Gerencia*, 14(48):606–628, 2009.
- [5] Jaime Andrés Correa García, Leidy Johana Ramírez Bedoya, and Carlos Eduardo Castaño Ríos. Modelo de gestión financiera integral para mipymes en colombia. *Contaduría Universidad de Antioquia*, (55):187–201, 2009.

- [6] Miguel Ángel Palomo González. Los procesos de gestión y la problemática de las pymes. *Ingenierías*, 8(28):25–31, 2005.
- [7] Carlos Luis Robles Román. Fundamentos de administración financiera, 2012.
- [8] Perdomo Moreno Abraham. Elementos básicos de administración financiera. *Ediciones Pema*, 2002.
- [9] Alfonso Ortega Castro. Introducción a las finanzas. *MacGraw-Hill, México*, 2002.
- [10] Lawrence J Gitman. *Principios de administración financiera*. Pearson educación, 2003.
- [11] Guadalupe Ochoa Setzer. Administración financiera. *Mc GrawHill. México*, 2002.
- [12] Eliseu Santandreu Martínez and Pol Santandreu. *Manual de finanzas*. Number 332.15/S23m. 2000.
- [13] Rafael Alfredo Terrazas Pastor. Modelo de gestión financiera para una organización. *Perspectivas*, (23):55–72, 2009.