IDEAS Journal

ISSN:2600-5573

JUNIO 2022



VOLUMEN 4 Nº 1

http://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ideas

UTN
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR



IDEAS Journal

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

IBARRA - ECUADOR

2022

FICA

EDITORIAL COMMITTEE

Daisy Imbaquingo, MSc.
MANAGING DIRECTOR
e-mail: deimbaquingo@utn.edu.ec

David Ojeda, PhD.
GENERAL EDITOR
E-mail: daojeda@utn.edu.ec

Marco Ciaccia, PhD.
SECTION EDITOR
E-mail: mciaccia@utn.edu.ec

Marcelo Zambrano, PhD.
SECTION EDITOR
E-mail: omzambrano@utn.edu.ec

Brizeida Gámez, PhD.
SECTION EDITOR
E-mail: bngamez@utn.edu.ec

Fernando Ramírez, PhD.
SECTION EDITOR
E-mail: frramirez@utn.edu.ec

Roberth Valencia, PhD.(c)
SECTION EDITOR
E-mail: rmvalencia@utn.edu.ec

Freddy Rosero, PhD.
ACADEMIC EDITOR
E-mail: farosero@utn.edu.ec

Miguel Vivert, PhD.
ACADEMIC EDITOR
Email: mevivert@utn.edu.ec

Vladimir Bonilla Venegas, PhD
ASSOCIATED EDITOR
E-mail: fbonilla@ute.edu.ec

Mario Ron, PhD.
ASSOCIATED EDITOR
E-mail: nbron@espe.edu.ec

Thalia Daniela San Antonio Serrano, PhD
ASSOCIATED EDITOR
E-mail: tsanantonio@uta.edu.ec

Ana Cabrera, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
E-mail: akcabrera@utn.edu.ec

Lilibeth Zambrano, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
email: zambranol@itcarlow.ie

Belkys Amador, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
mail: bamador@unet.edu.ve

Andrea Basantes, PhD.
INTERNATIONAL SCIENTIFIC COMMITTEE
mail: avbasantes@utn.edu.ec

Roger Mafla, Lic.
DIAGRAMMER DESIGNER
E-mail: rfmafla@utn.edu.ec

Silvia Arciniega, Dra.
SECRETARY AND STYLE CORRECTOR
E-mail: srarciniega@utn.edu.ec

Leonardo Ibujés
ASSISTANT
email: lvibujesc@utn.edu.ec

Oliver Andéz Guaman
ASSISTANT
email: oaguamanl@utn.edu.ec

EDITORIAL COMMITTEE

Dr. Miguel Naranjo Toro, PhD.
RECTOR
email: rectorado@utn.edu.ec

Dra. Alexandra Mina Páez, PhD
ACADEMIC VICE-RECTOR
email: viceacademico@utn.edu.ec

Dra. Nhora Benitez Bastidas, PhD
RESEACH VICE-RECTOR
email: viceinvestigacion@utn.edu.ec

Dr. Hernán Cadena Pulles, PhD.
ADMINISTRATIVE VICE-RECTOR
email: viceadministrativo@utn.edu.ec

Catalina Ramírez, MSc.
DEAN FICA
email: mcramirez@utn.edu.ec

Daisy Imbaquingo, MSc.
SUB-DEAN FICA
email: deimbaquingo@utn.edu.ec

Luis Súarez, MSc.
RESEARCH COORDINATOR
email: lesuarez@utn.edu.ec

Pedro Granda, MSc.
COORDINATOR CISIC-CSOFT
email: pdgranda@utn.edu.ec

Edgar Daniel Jaramillo Vinueza, MSc.
CCOORDINATOR CIERCOM-CITEL
email: edjaramillo@utn.edu.ec

Karla Paola Negrete, MSc.
CCOORDINATOR CINDU
email: kpnegrete@utn.edu.ec

Diego Ortiz, MSc.
COORDINATOR CIME
email: dlortiz@utn.edu.ec

Gerardo Collaguazo, PhD.
CCOORDINATOR CIELE
email: gicollaguazo@utn.edu.ec

Ignacio Benavides, MSc.
COORDINATOR CIAU
email: ibbenavides@utn.edu.ec

Marco Naranjo Toro, MSc.
COORDINATOR CITEX
email: mfnaranjo@utn.edu.ec



UNIVERSITY PRINTING 2021
Universidad Técnica del Norte
Ibarra-Ecuador



Journal IDEAS

EDITORIAL

In this Journal, we are proud to present the first edition of Volume 4 of IDEAS. With it, we deliver to the national and international scientific community six articles from different engineering areas supporting science advancement. We reiterate our gratitude to all the scientists who trust in this portal so that their research can be visualized and used worldwide.

Based on double-blind peer review, our first paper is presented by Veliz and Lozada, from the "Instituto Superior Tecnológico Sucre", Ecuador. They made a noise map in the Esmeralda's downtown. To carry out this research they used the Qgis software. Finally, they obtained a statistical and cartographic analysis of noise with respect to permissible levels

The second work by Gonzalez and Rosero, from the Instituto Superior Universitario Sucre, Ecuador, presents the applications in the management of medium and low voltage electrical energy by means of a solid-state transformer. They, using a simulation, present different scenarios of energy transformation of a low and medium voltage distribution system with the respective results and their implications.

The third paper presented by Silva, Arellano, and Perez, from Universidad de Carabobo, Venezuela, is related to a design proposal of a hybrid external fixator for lower limbs, specifically the tibia and fibula. They generated the 3D models based on the expected characteristics and their limitations. The results obtained from the analysis report that each of the elements that make up the external brace does not present a failure condition for the different boundary conditions.

Umaquinga, Naranjo y Godoy, from Universidad Técnica del Norte, Ecuador, presented the fourth paper related about uses of machine learning in Textile area. They made a Bibliometric analysis of scientific publications in textile sciences from the area of machine learning.

The fifth paper is presented by Angamarca, Morocho and Fonseca, from the Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador. They show the characterization of the "Tena" micro-watershed in eastern Ecuador based on perceptions and morphometric analysis. The study revealed the status and problems of the micro-watershed related to population growth, inadequate disposal of solid waste, wastewater discharge, and water contamination by pesticide residues. Finally, they made a proposal aimed at conservation and sustainable use through various programs that will ensure water supply.

The sixth work is presented by Peralvo from Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador, and his collaborators Quilumbango and Benavides, from Universidad Técnica del Norte, Ecuador. They present the paper Biodiesel with metallic nanoparticle additives to improve the performance of a thermal engine. Different additives such as Copper Oxide, Zinc Oxide, and Aluminum Oxide + Cerium Oxide were examined.

Finally, the last paper by Neusa, Mena, and Quelal from the Universidad Técnica del Norte, Ecuador, referred to an assessment of the Psychosocial Risk Factor of Labor Origin in Health Sector Workers. They based their study on the psychological problems present in health workers in different areas, regardless of the place where they work. These risks cause a lack of concentration and performance when performing the assigned tasks, so recommendations should be established prioritizing the health and safety of the worker, which allows him not to derive inconveniences within his social and family nucleus.

In IDEAS, we reiterate our acknowledges to all researcher that contributed with their works from different engineering and sciences applied areas making reality this first edition of volume 4 of 2022.

Finally, we want to invite, again, every national and international researcher to publish their scientifical works in IDEAS, the journal that is strengthened every day.

David Ojeda, PhD
General Editor


IDEAS
Journal
ISSN:2600-5573
JUNIO
2022
SQLServer
python
Java
MySQL
PASCAL
FICA - UTN

INDEX

PAPER 01 — ELABORACIÓN DE UN MAPA DE RUIDO EN EL CENTRO DEL CANTON ESMERALDAS — Pag. 11

PAPER 02 — APLICACIONES EN LA GESTIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN POR MEDIO DE UN TRANSFORMADOR DE ESTADO SÓLIDO — Pag. 23

PAPER 03 — TUTOR EXTERNO HÍBRIDO PARA REDUCCIÓN DE FRACTURAS EN HUESOS DE LA PIERNA — Pag. 43

PAPER 04 — TEXTILE AND MACHINE LEARNING: A BIBLIOMETRIC ANALYSIS — Pag. 55

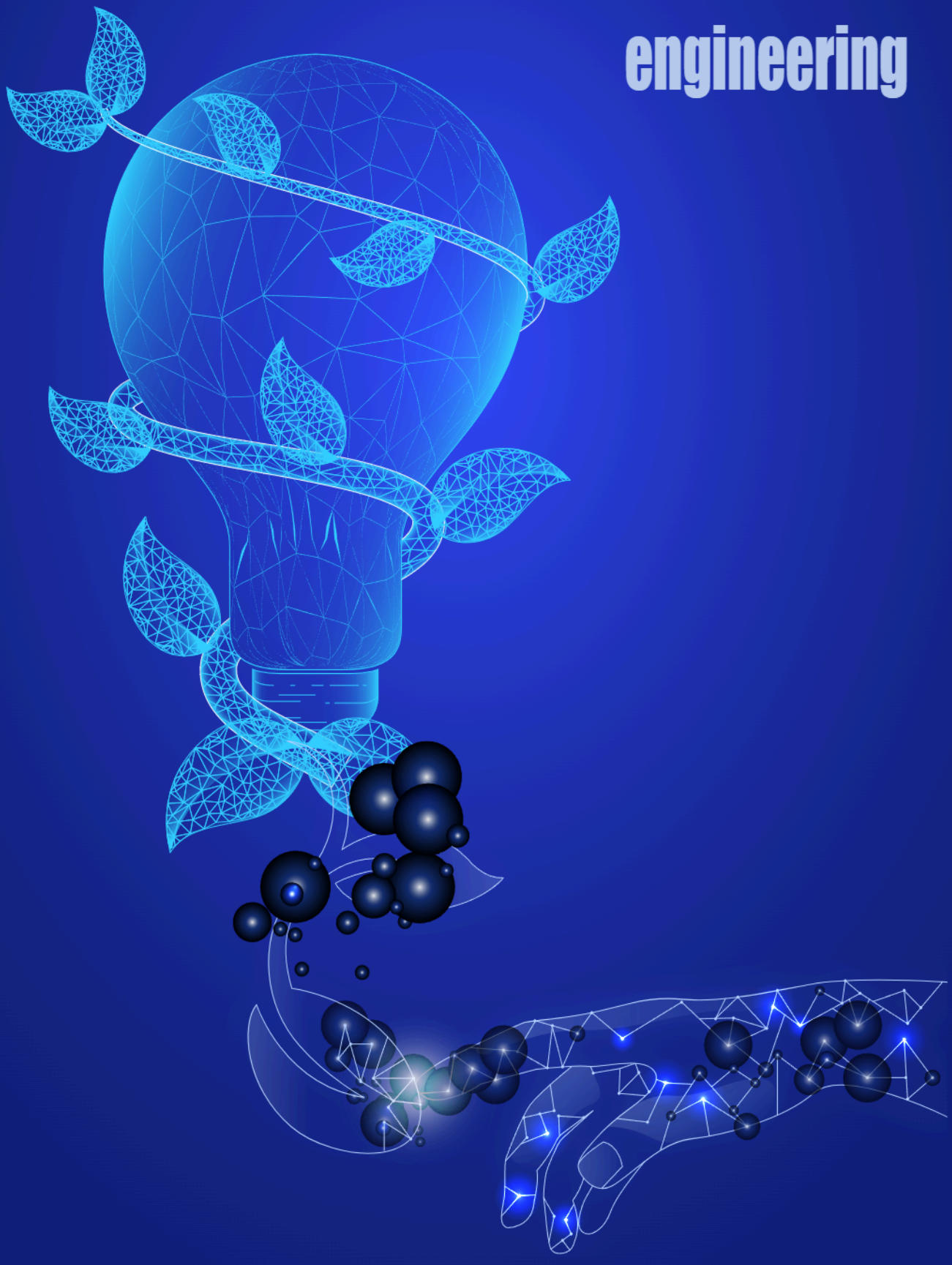
PAPER 05 — CARACTERIZACIÓN DE LA MICROCUENCA HIDROGRÁFICA TENA EN EL ORIENTE ECUATORIANO BASADA EN ANÁLISIS DE PERCEPCIONES Y MORFOMETRÍA — Pag. 71

PAPER 06 — BIODIESEL ADITIVADO CON NANOPARTÍCULAS METÁLICAS PARA MEJORAR LAS PRESTACIONES DE UN MOTOR TÉRMICO. — Pag. 87

PAPER 07 — VALORACIÓN DEL FACTOR RIESGO PSICOSOCIAL DE ORIGEN LABORAL EN LOS TRABAJADORES DEL SECTOR DE LA SALUD — Pag. 99


Enter

Energy, environmental engineering




IDEAS
Journal
ISSN:2600-5573
JUNIO
2022
python
Java
SQL Server
MySQL
PASCAL
ORACLE
VOLUMEN
4
Nº 1
http://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ideas
UTN
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR

Elaboración de un mapa de ruido en el centro del cantón Esmeraldas



DOI : 10.53358/ideas.v4i1.685

Narcisa A.Veliz[1], Jefferson D. Lozada[2]

[1] Carrera de Tecnología Superior en Medición y Monitoreo Ambiental, Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador.

[2] Carrera de Tecnología Superior en Automatización e Instrumentación, Instituto Superior Tecnológico Luis Tello, Esmeraldas, Ecuador.

[1]naveliz@istluistello.edu.ec, [2]jdlozada@istluistello.edu.ec

RESUMEN

En la presente investigación se realiza el análisis de ruido en la calle Bolívar que se encuentra en el centro de la ciudad de Esmeraldas. Se estableció la zona de estudio en ubicaciones donde no exista edificios que bloqueen o interrumpan las ondas del ruido, es por ello que se toma ocho esquinas a lo largo de la calle. Se procedió a realizar la búsqueda de información acerca de la contaminación acústica en estudios cantonales, provinciales, nacionales, e internacionales, con el objeto de recolectar información referente a la problemática, normativas y metodologías que son la base de la investigación. Al obtener los resultados del monitoreo se realizó la propuesta para la creación de un mapa de ruido, tomando en cuenta la metodología para el procesamiento y manipulación de información en el software Qgis. Se procedió a realizar el análisis estadístico y cartográfico, para obtener los resultados sobre el levantamiento del mapa de ruido con respecto a los niveles permisibles según el uso del suelo.

Palabras Clave: Medición ruido, Generadores ruido, Mapas ruido, Decibeles, Presión sonora.

Abstract. In the present investigation, the noise analysis is carried out on Bolívar street, which is located in the center of the city of Esmeraldas. The study area was established in locations where there are no buildings that block or interrupt noise waves, which is why eight corners along the street are taken. We proceeded to search for information about noise pollution in cantonal, provincial, national, and international studies, in order to collect information regarding the problem, regulations, and methodologies that are the basis of the investigation. When obtaining the results of the monitoring, the proposal was made for the creation of a noise map, taking into account the methodology for the processing and manipulation of information in the Qgis software. Statistical and cartographic analysis was carried out to obtain the results on the lifting of the noise map with respect to the permissible levels according to land use.

Keywords: Noise measurement, noise generators, noise maps, decibels, sound pressure.

Introducción

A nivel mundial la contaminación acústica se ha convertido en la segunda amenaza ambiental, que va creciendo proporcionalmente con la población. Japón es el país con mayor contaminación acústica del planeta, con más de 130 millones de ciudadanos expuestos a niveles de ruido superior a los 65 dB, producidos principalmente por fuentes como el tráfico vehicular, actividad diaria del hombre, obras civiles, bocinas y sirenas de automóviles (Berrezueta et al., 2018).

En la ciudad de Esmeraldas existen diversos problemas ambientales que se han generado por la contaminación acústica, están en constante aumento y han generado quejas por parte de los ciudadanos; ya que el ruido de acuerdo al tiempo de exposición, puede llegar a causar serias complicaciones en la salud auditiva, física y mental de las personas (Montenegro, 2015).

La elaboración y generación de mapas acústicos han sido muy utilizadas como herramientas para identificar puntos críticos de ruido en muchos cantones del Ecuador y en países latinoamericanos, (Cantalapiedra, 2018; Armijos, 2018; Colque, 2018; Bastián, 2015), pero en el cantón Esmeraldas es una herramienta que ha sido poco utilizada, en el 2016 se realizó un mapa de ruido en el sector Las Palmas en una jornada diurna (Oyarvide, 2016).

A través de la siguiente investigación se permitirá representar cartográficamente los puntos con mayor incidencia de ruido y la verificación de los límites permisibles, según lo establece la legislación nacional vigente, en la zona y horario de estudio establecido. En este proyecto se desarrolla un mapa de ruido en el centro del cantón Esmeraldas, donde se identifica los diferentes rangos de ruido, según lo establece la legislación nacional vigente.

Materiales y métodos

Descripción y características del lugar de estudio

La provincia de Esmeraldas está conformada por siete cantones Muisne, Atacames, Quinindé, Eloy Alfaro, Río Verde, San Lorenzo y Esmeraldas, este último cantón tiene aproximadamente 189.504 habitantes según el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) en su última actualización.

La zona urbana del cantón Esmeraldas presenta ocho avenidas principales que son: 6 de Diciembre, Sucre, Eloy Alfaro, Colón, Olmedo, Bolívar, Malecón, Libertad y Pedro Vicente Maldonado. Y su mayor concentración de actividades comerciales y de afluencia de vehículos es la calle Bolívar, y la siguiente investigación se realizó a lo largo de la misma, en la figura 1 se identifica los puntos de monitoreo de ruido.

Dentro del área de estudio se seleccionaron ocho puntos. Estos fueron determinados por su ubicación cercana a lugares de mayor afluencia de personas y coinciden con la intersección de las calles principales lo que permite cumplir con los tres metros de distancia que debe existir entre la colocación del sonómetro y alguna edificación que pueda interferir en la medición.

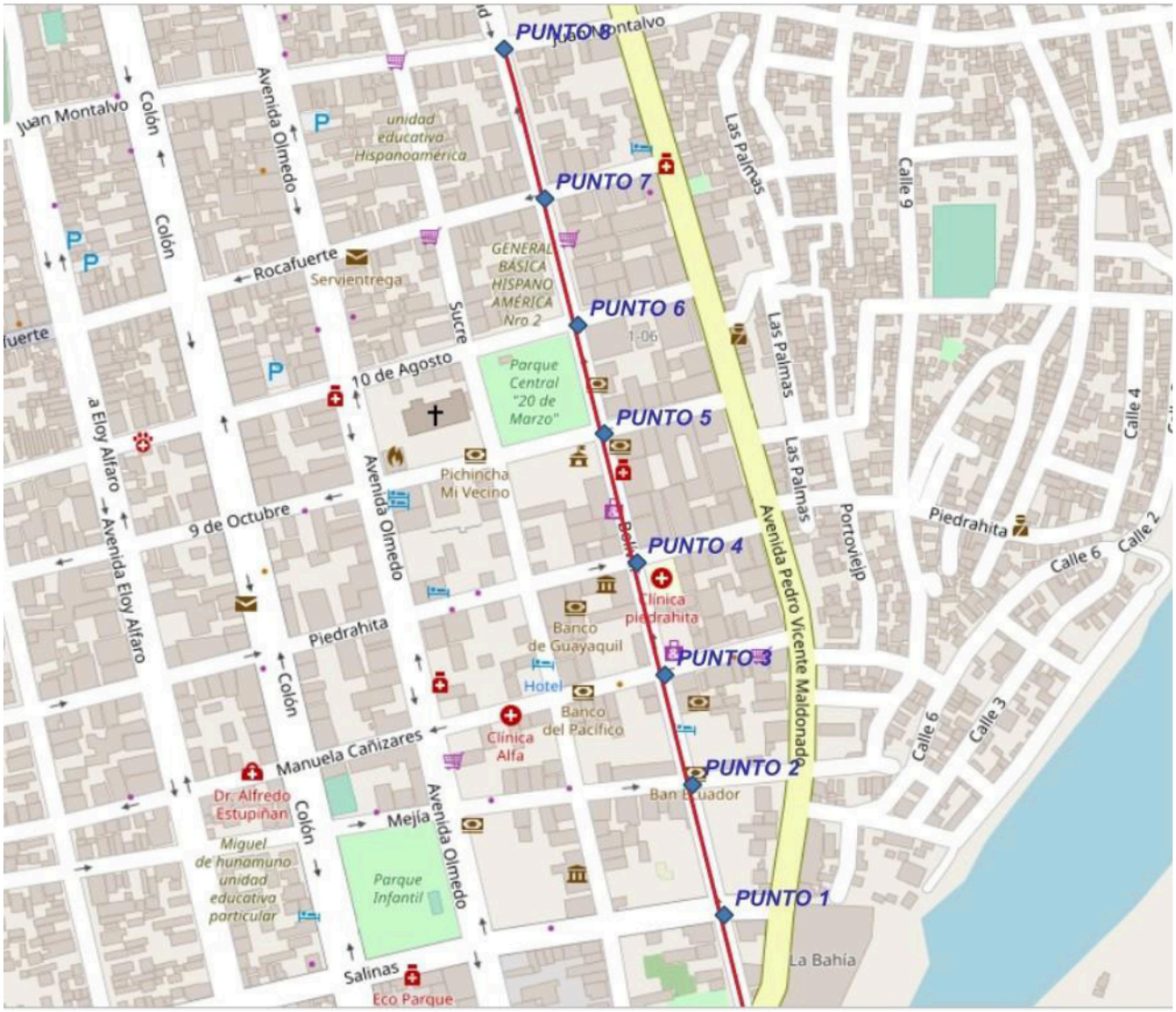


Figura 1. Puntos de monitoreo de ruido

Las mediciones se realizan en el horario de 10 am a 12 pm, los días lunes, miércoles y viernes, con un tiempo de duración de dos semanas. En la tabla 1 se detallan los puntos de medición con sus respectivas direcciones de intersección:

Tabla 1. Puntos de georreferenciación.

N	Coordenada X	Coordenada Y	Dirección
1	650092	10106488	Salinas y Bolívar
2	650069	10106581	Mejía y Bolívar
3	650048	10106668	Manuela Cañizares y Bolívar
4	650027	10106756	Piedrahita y Bolívar
5	650002	10106857	9 de octubre y Bolívar
6	649981	10106943	10 de agosto y Bolívar
7	649955	10107042	Rocafuerte y Bolívar
8	649924	10107160	Juan Montalvo y Bolívar

Procedimiento de medición

Se utilizó un sonómetro calibrado de clase 1, se lo colocó a una altura de 1,5 m desde el suelo, direccionando el micrófono hacia una zona sin obstáculos con una inclinación de 45° a 90°, sobre su plano horizontal como lo establece la legislación vigente. Para la medición de ruido total y residual se usa el Método de 15 segundos (Leq 15s), es decir se toma cinco muestras, de 15 segundos cada una. La serie de muestras que se reportan en la Tabla 2 y Tabla 3, se consideran válidas por que la diferencia entre sus valores extremos es menor a cuatro dB.

Tabla 2. Promedio de los niveles de ruido obtenidos en la semana 1.

Fecha	Punto	Niveles dB	Lprom
14/02/2022	1	76 75 74 77 75	75,4
14/02/2022	2	80 82 84 83 83	82,4
14/02/2022	3	82 84 82 83 85	83,2
14/02/2022	4	89 87 90 89 91	89,2
14/02/2022	5	83 84 81 80 81	81,8
14/02/2022	6	84 83 82 82 83	82,8
14/02/2022	7	86 84 87 86 85	85,6
14/02/2022	8	75 71 73 72 72	72,6
16/02/2022	1	75 76 75 77 74	75,4
16/02/2022	2	79 81 82 80 79	80,2
16/02/2022	3	80 82 81 81 84	81,6
16/02/2022	4	88 90 91 89 89	89,4
16/02/2022	5	79 81 83 79 82	80,8

16/02/2022	6	81 84 82 82 84	82,6
16/02/2022	7	83 85 86 85 84	84,6
16/02/2022	8	74 72 73 72 71	72,4
18/02/2022	1	75 74 75 76 76	75,2
18/02/2022	2	80 79 83 82 79	80,6
18/02/2022	3	81 80 83 82 82	81,6
18/02/2022	4	90 89 89 88 87	88,6
18/02/2022	5	80 79 80 82 79	80,1
18/02/2022	6	82 81 83 80 79	81,1
18/02/2022	7	81 80 83 80 82	81,2
18/02/2022	8	70 71 72 70 71	70,8

Tabla 3. Promedio de los niveles de ruido obtenidos en la semana 2

Fecha	Punto	Niveles dB	Lprom
21/02/2022	1	75 75 76 78 75	75,8
21/02/2022	2	81 82 83 83 84	82,6
21/02/2022	3	83 85 82 84 84	83,6
21/02/2022	4	88 88 90 91 89	89,2
21/02/2022	5	83 83 82 80 80	81,6
21/02/2022	6	82 82 84 82 83	82,8
21/02/2022	7	85 85 86 86 84	85,6
21/02/2022	8	72 70 72 72 71	72,6
23/02/2022	1	75 74 75 77 76	75,4
23/02/2022	2	80 81 80 82 80	80,2
23/02/2022	3	82 82 80 81 83	81,6
23/02/2022	4	89 88 90 89 88	89,4
23/02/2022	5	81 82 82 80 82	80,8
23/02/2022	6	80 81 81 82 82	82,6
23/02/2022	7	84 84 83 83 83	84,6
23/02/2022	8	71 70 71 72 70	72,4
25/02/2022	1	73 73 74 72 72	72,8
25/02/2022	2	82 81 83 81 82	81,8
25/02/2022	3	81 82 82 81 83	81,8
25/02/2022	4	90 89 88 88 89	88,8
25/02/2022	5	82 81 82 82 80	81,4
25/02/2022	6	81 81 82 80 80	80,8

25/02/2022	7	83 83 85 84 84	83,8
25/02/2022	8	70 72 72 71 71	71,2

Con la finalidad de validar los niveles de ruido durante las mediciones y facilitar el análisis y comparación de las muestras, se reportarán: el NPS mínimo (LAmin) y el NPS máximo (LAmax) medidos de cada muestra. Y se realizó el promedio (LAp) de los datos obtenidos mediante la ecuación 1 estipulada en el AM 097A:

$$L_{eq}Promedio = 10 * log[\frac{1}{n_i} * (10^{0,1*Leq_1} + 10^{0,1*Leq_2} + ... + 10^{0,1*Leq_n})] \quad (1)$$

donde:

- L, es el nivel de presión sonora.
- eq, es la equivalencia.
- p, es el promedio de los datos Leq (conocido como promedio logarítmico).

En la tabla 4 se indican los valores del nivel de ruido mínimo, nivel de ruido máximo y el nivel de ruido promedio por punto, que se tomaron durante las dos semanas de medición en el horario de 10 am a 12 pm.

Tabla 4. Nivel de ruido mínimo, máximo y promedio

Punto	LAmin	LAmax	LAprom
1	72	78	75
2	79	84	81,5
3	80	85	82,5
4	87	91	89
5	79	84	81,5
6	79	84	81,5
7	80	87	83,5
8		75	72,5

Elaboración del mapa de ruido

Para la elaboración del Mapa de Ruido se empleó dos de los métodos de interpolación existentes mediante el Software QGIS. Los pasos y datos necesarios para realizar un mapa de ruido empleando el método de interpolación IDW con ayuda del Software QGIS se detallarán a continuación.

Datos:

- Mapa urbano de la zona en estudio.
- En la tabla 5, se presentan las coordenadas (x, y) y el promedio de niveles de ruido (z) de cada PCA escogido para el estudio.

Pasos:

- Se procede a crear la capa (layer) con la cual se va a trabajar y asignar el nombre respectivo (Mapa de Ruido), en la opción sistemas de coordenadas de las propiedades del marco de datos de la capa creada se elige WGS 1984 UTM Zone 17S correspondiente para nuestro país.
- A continuación se agrega dos carpetas en la capa creada de trabajo, una con el plano de la zona de estudio con sus coordenadas respectivas y otra carpeta con el nombre SHP (Formato de archivo con datos espaciales) en el cual se creará el área de estudio y puntos de niveles de ruido.
- Una vez listo el área de estudio con los puntos de nivel de ruido se dirige a la pestaña de Geoprocesamiento (Geoprocessing) del QGIS y luego se procede a hacer clic en el cuadro de diálogo de entornos (Environments).
- Posterior a eso elegimos la extensión de proceso "Área de Estudio" y como análisis de trama igualmente a "Área de Estudio".
- Finalmente se elige el método de interpolación con el cual se vaya a trabajar para obtener como resultado el mapa de ruido.

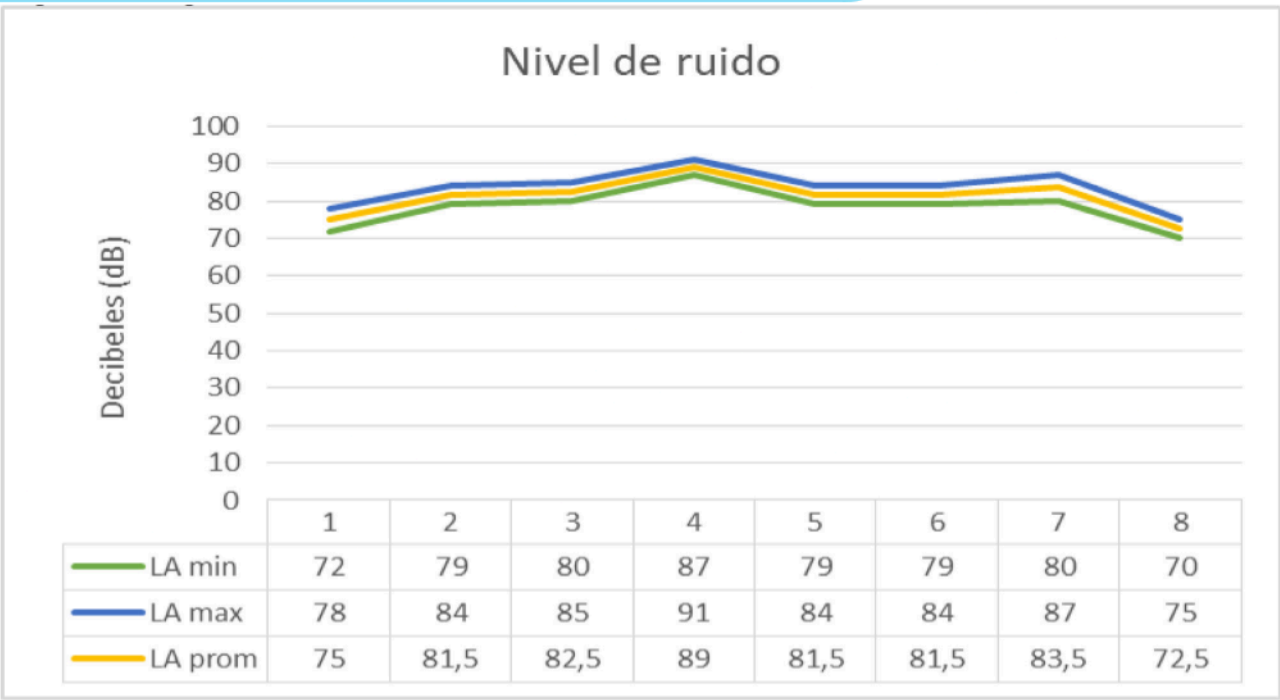
Resultados

Monitoreo de ruido

A través de la herramienta Qgis 3.20 se procedió a sacar las coordenadas de cada punto de monitoreo en datos geográficos en UTM y WGS 84 17S, y poder elaborar el mapa con la ubicación de los puntos de estudio. Se definió un horario de muestreo de 10h00 am y 12h00 pm y entre las 15h30 y 18h30 durante dos semanas, en los días lunes, miércoles y viernes.

El número de datos que se obtuvo del monitoreo fue de 240 mediciones durante el horario establecido en la investigación. A través de la utilización de la Ecuación 1 se depuró la información, obteniendo valores promedios, máximos y mínimos para representarlos estadísticamente. El ruido ambiente fue tomado en cada uno de los 8 puntos en un día con menos incidencia de ruido, establecido en el día domingo donde las diversas actividades disminuyo drásticamente se realizaron cinco mediciones en cada uno de los puntos y se las promedió para obtener el ruido de cada uno de los puntos a monitorear. A continuación en la figura 2, se representa estadísticamente los niveles de presión sonora equivalentes, máximos y mínimos en los diferentes puntos de monitoreo.

Finalmente se revisa que los puntos de mayor incidencia de ruido promedio son el punto 4 que se encuentra en la calle de intersección Piedrahita y el punto 7 que se encuentra en la calle de intersección Rocafuerte. En el análisis del promedio total de datos de las dos semanas en los ocho puntos no cumplen con los límites permisibles según lo estipula el Acuerdo Ministerial 097 A en su Anexo 5 y tabla 1.



	1	2	3	4	5	6	7	8
LA min	72	79	80	87	79	79	80	70
LA max	78	84	85	91	84	84	87	75
LA prom	75	81,5	82,5	89	81,5	81,5	83,5	72,5

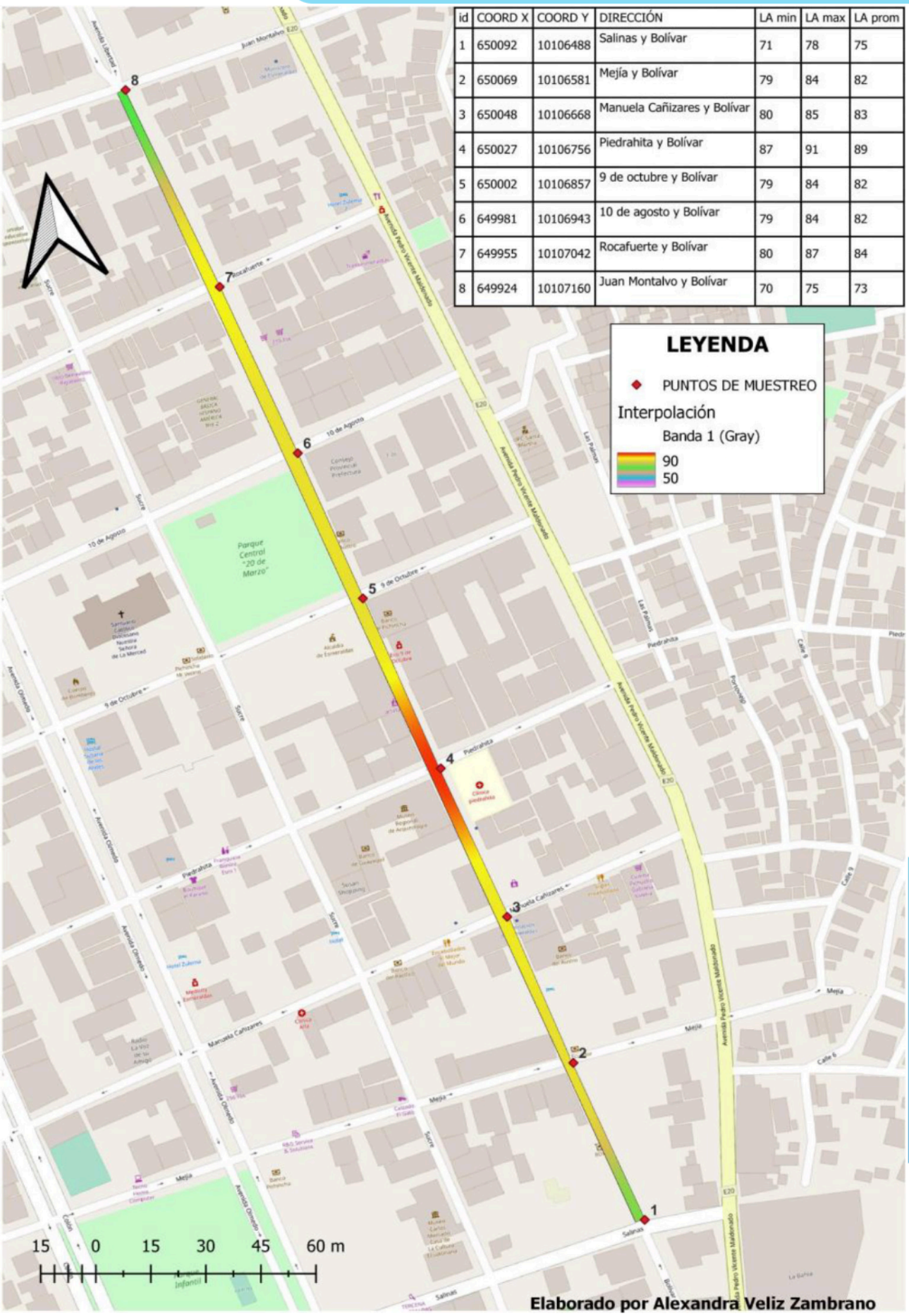
Figura 2. Representación estadística de los niveles de ruido

Análisis cartográfico del mapa acústico

En esta investigación se realizó el método de interpolación IDW para elaborar un análisis comparativo de valores desplegados cartográficamente correspondientes al monitoreo acústico. En la figura 3 se detallan los dBs promedio de los puntos de muestreo, donde el punto 4 que se encuentra en la calle Bolívar y Piedrahita es la que tiene mayor incidencia de ruido.

A pesar de que según el AM 097 A establece que corresponde a los GAD Municipales con una población mayor o igual a 250.000 habitantes elaborar mapas de ruido ambiental como una herramienta estratégica para la gestión del control de la contaminación acústica y la planificación territorial.

El mapa se elaboró con la representación de los siguientes rangos: <50, 50-55, 55-60, 60-65, 65-70,70-75, 75–80, >80, en dB (A); según lo establece la legislación nacional vigente.



id	COORD X	COORD Y	DIRECCIÓN	LA min	LA max	LA prom
1	650092	10106488	Salinas y Bolívar	71	78	75
2	650069	10106581	Mejía y Bolívar	79	84	82
3	650048	10106668	Manuela Cañizares y Bolívar	80	85	83
4	650027	10106756	Piedrahita y Bolívar	87	91	89
5	650002	10106857	9 de octubre y Bolívar	79	84	82
6	649981	10106943	10 de agosto y Bolívar	79	84	82
7	649955	10107042	Rocafuerte y Bolívar	80	87	84
8	649924	10107160	Juan Montalvo y Bolívar	70	75	73

Figura 3: Mapa de ruido de los puntos de monitoreo

Conclusiones

En la selección de puntos se utilizó el muestro espacial de rejilla y viales, donde se definieron 8 puntos de monitoreo, la toma de datos de la realizó a través de un sonómetro tipo 1 con ponderación A y calibrado a 110 dB. El horario de monitoreo definido fue de: 8h30-10h30 considerada de alta influencia de actividades de comercio y vehicular.

La investigación determina que el punto 4 ubicado en las calles Bolívar y Piedrahita es la que tiene mayor incidencia de ruido con un dB máximo de 91 dB y un dB prom de 89 dB es decir que no cumplen con los límites permisibles establecidos en el Acuerdo Ministerial 097 A.

Para la elaboración del mapa de ruido se utilizó el software libre Qgis través de interpolación IDW en los ocho puntos de muestreo pero al ser una calle bastante pequeña no se puede evidenciar los niveles de ruido tan claramente pero se puede observar los puntos extremos de mínimo y máximo.

Conclusiones y trabajos futuros

Es interesante terminar nuestro artículo mostrando las conclusiones o ideas más importantes y los trabajos futuros que se desarrollarán a partir de éstas.

Agradecimientos. Encabezado de nivel 3. Esta plantilla ha sido desarrollada a partir de la plantilla LNCS de la editorial Springer-Verlag.

Este apartado es crucial y se ruega a los autores que pongan especial hincapié en citar y referenciar correctamente.

Las diversas referencias deberán mostrarse numeradas de manera secuencial, entre corchetes y en el orden de aparición a lo largo del texto: [1], [2], [3], etc.

Al final del artículo debe aparecer un apartado titulado Referencias donde aparezcan las referencias completas a las citas realizadas a lo largo del artículo.

¿Cómo se debe referenciar y cuál es el formato de la referencia?

Artículo en Revista, en Acta de Congreso o Informe Técnico. Autores (Apellido/s, Inicial/es del nombre) separados por punto y coma: Título del artículo. Nombre de la Revista o del Acta (en cursiva), Vol., No., pp. (Año). Ejemplos en [1] y a continuación:

Hamburger, C.: Quasimonotonicity, regularity and duality for nonlinear systems of partial differential equations. Journal of Universal Computer Science, Vol. 1, No. 4, pp. 321-354 (1995)

Libro o Capítulo de Libro. Autores (Apellido/s, Inicial/es del nombre) separados por punto y coma: Título del capítulo (si es el caso). Editores (en su caso, con la misma estructura que los autores): Título del Libro (en cursiva). Editorial, pp. (Año). Ejemplos en [2] y a continuación:

Geddes, K.O.; Czapor, S.R.; Labahn, G.: Algorithms for Computer Algebra. Springer (2002)

Damas, M.J.; Smith, J.: A web-based educational platform for university studies. Iskander, V. (Ed): Innovations in E-learning, Instruction Technology, Assessment and Engineering

Education. Springer, pp. 317-321 (2007)

Documento On-Line. Autores (Apellido/s, Inicial/es del nombre) separados por punto y coma: Título del artículo. Nombre de la página Web o revista electrónica donde está publicado (en cursiva). URL del enlace al artículo. (Año de publicación, si se sabe). Fecha de acceso. Ejemplos en [3] y a continuación:

Referencias

1. Acero, A., Jaimes, M and Romero, G. (2016). Generación de mapas de ruido (industrial) desde sistemas de información geográfica. Un acercamiento desde la literatura. Revista Tecnura, 20(49):152, sep 2016. ISSN 2248-7638. doi: 10.14483/udistrital. jour.tecnura.2016.3.a10.

2. Armijos, F. (2018). Predicción de ruido por tráfico vehicular y elaboración del mapa de ruido utilizando el modelo HARMONOISE del centro histórico de Cuenca. PhD thesis, 2018. URL https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15595.

3. Bastián, N. (2015). Elaboración de mapa de ruido de la ciudad de Valdivia mediante software de modelación utilizando métodos de simplificación.

4. Berrezueta, J., Berru, J., Oyola, E and Zambrano, W. (2018) Metodología para la elaboración de mapas de ruido urbano en ciudad de Machala. Centro de Investigaciones UTMACH, 2:157–165. URL http://investigacion. utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/index.

5. Borroso, M. (2015). Elaboración de un mapa de ruido ambiental diurno de la plataforma territorial 4-zona norte de la ciudad de Ambato como herramienta estratégica para la gestión del control de la contaminación acústica del GADMA. Technical report.

6. Bureau, V. (2008). Manual para la formación en medio ambiente. Editorial Lex Nova paginas 331-370. ISBN (978-84-9898-027-1). España.

7. Cantalapiedra, R. (2018). Desarrollo de un método simplificado para la elaboración de mapas de ruido en base a información del tráfico. PhD tesis, 2018. URL https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/32951/TFG-G3392.pdf? sequence=1&isAllowed=y.

8. Colque, J. (2018). Evaluación de los niveles de presión sonora a través de la elaboración de mapas de ruido en el Hospital Goyeneche. PhD thesis, 2018. URL http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/ 7203/AMcodeja.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

9. Coriñaupa, Z. (2020). Análisis de la contaminación acústica y elaboración del mapa de ruido de la zona monumental del distrito de Huancayo - 2020. Repositorio institucional, pages 10–11, 2020. URL http://repositorio.uncp.edu.pe/ handle/UNCP/5992.

10. Cusacani, F. (2020). Evaluación del ruido ambiental en los pantanos de villa mediante la elaboración de mapas de ruido. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur 1:1–81. URL http://repositorio. untels.edu.pe/handle/UNTELS/166.

11. Díaz, E. (2018). Ruido producido por el tránsito vehicular en el centro histórico de Chachapoyas-Amazonas-Perú. Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería, 2(1):9, 2019. ISSN 2414-8822. doi:10.25127/ucni.v2i1.441.

12. Hernández, R ., García, S., Hernández, F., Chuncho, G and Alvarado, V. (2018). El ruido vehicular: un problema de contaminación en la ciudad de Loja, Ecuador. Revista del Centro de Estudios y Desarrollo de la Amazonia, 08:9–14.

13. Laura, J. (2020). Mapa de ruido del área de influencia del aeropuerto internacional Alfredo Rodríguez Ballón de la ciudad de Arequipa, 2018. Akrab Juara, 5 (1):43–54, 2020. URL http://www.akrabjuara.com/index.php/akrabjuara/ article/view/919.

14. López, D and López, S. (2018). Análisis de la contaminación acústica generada por el parque automotor en la zona urbana de la ciudad de Ibarra. Tesis.

15. Montenegro, M. (2015). Análisis de la Contaminación Acústica por Tráfico Vehicular en los Hospitales de la ciudad de Esmeraldas. PhD thesis, 2015. URL https://repositorio.pucese.edu.ec/bitstream/123456789/ 566/1/ MONTENEGROARIASMONICAPATRICIA.pdf.

16. Oyarvide, M. (2016). Medición de la contaminación acústica en el sector residencial del barrio las palmas del cantón esmeraldas en el año 2015.

17. Ponze, D and Sierra, G. (2020). Elaboración de un mapa de ruidos para la identificación de los puntos críticos de la contaminación sonora en el centro histórico del Distrito de Yanahuara. page 162, 2020.

18. Rodríguez, F and Juárez, L. (2020). Exploración cualitativa sobre el ruido ambiental urbano en la Ciudad de México. Estudios Demográficos y Urbanos, 35(3):803–838, 2020. ISSN 0186-7210. doi: 10.24201/edu.v35i3.1934.

19. Segura, A., Sánchez, G and Sánchez, A. Contaminación acústica por la actividad turística en el balneario de Atacames, ciudad de Esmeraldas Ecuador. Pol. Con. (Edición núm. 58) Vol. 6, No 8 Agosto 2021, pp. 609-629, 2021.

Aplicaciones en la gestión de energía eléctrica de media y baja tensión por medio de un transformador de estado sólido



DOI : 10.53358/ideas.v4i1.687

Oscar Gonzales[1], Ricardo Rosero[1]
[1] Carrera de Electricidad, Instituto Superior Universitario Sucre,
Teodoro Gómez de la Torre S14 - 72 y Joaquín Gutiérrez, Quito, Ecuador
[1]{ogonzales, rrosero}@tecnologicosucre.edu.ec

RESUMEN

En el presente artículo se presenta una descripción de las características y las funcionalidades de un transformador de estado sólido (TES) destinado a la gestión de energía. Se presentan esquemas de simulación que están presenten para diferentes escenarios en los cuales el TES permite transformar la energía de un sistema de distribución de baja y media tensión con los resultados respectivos y sus implicaciones.

Palabras Clave: TES, potencia, energía, desfase, transformador.

Introducción

La implementación de convertidores de potencia en diferentes ámbitos de la ciencia y la tecnología ha sido muy importante para lograr mejorar la eficiencia en la gestión de energía eléctrica. El uso prominente de estos dispositivos se debe a las ventajas que se obtienen por sus bajas pérdidas de conmutación cuando operan a valores de frecuencia altos (entre los 5 KHz a 100 KHz). De esta forma se busca que el consumo energético sea eficiente, sin importar el ambiente en el cual se presente un proceso de conversión y consumo de energía (procesos eléctricos, mecánicos, térmicos, químicos, etc). En el ámbito de la transmisión y distribución de energía eléctrica, existen los transformadores como medios gestores del transporte de la energía eléctrica. Durante generaciones, el transformador es el dispositivo que ha podido cambiar los niveles de voltaje/corriente, sea elevándolas o reduciéndolas para un propósito específico en las centrales de generación y distribución. Sin embargo, se evidencian limitaciones en el manejo eficiente de la energía por parte del transformador como las pérdidas generadas por corrientes parásitas en sus bobinados, pérdidas por calentamiento, pérdidas por efecto de histéresis, entre otros.

Una alternativa muy productiva que se ha propuesto en los últimos años es la construcción de un transformador de estado sólido (TES). Este es un dispositivo formado por elementos semiconductores de potencia que puede operar a altas frecuencias, con pérdidas de energía bajas. Otro de sus beneficios que se puede apreciar es la variación del voltaje de salida del transformador sin depender de la relación de vueltas entre su primario y secundario [1].

Se han encontrado varios trabajos que exploran detalladamente técnicas de mejoramiento del desempeño en los TES. En [2] los autores hacen un estudio extenso sobre las topologías y aplicaciones de los TES. Autores como [3], hacen referencia a una revisión de las acciones de control para la regulación de potencia con el fin de mejorar la gestión de energía. De este modo, se pueden citar otros trabajos como [4] – [7] que hacen un extenso análisis sobre las funcionalidades de los TES.

Sin embargo, existen pocos trabajos que muestren aplicaciones extendidas que pueden alcanzar los TES bajo parámetros de control y conmutación determinados. Por esta razón, el presente artículo científico muestra algunas de las aplicaciones que pueden implementarse en los TES bajo diferentes etapas de conmutación y control. El artículo se divide en las siguientes secciones: II. Transformador de Estado Sólido, III. Esquema propuesto para el TES, IV. Pruebas y Resultados, V. Trabajo Futuro, y VI. Conclusiones.

Descripción del TES

La red de suministro de energía eléctrica existente se caracteriza por diferentes niveles de tensión, por ejemplo, un nivel de media tensión (MT), que van desde 7.2 kV hasta 24 kV para distancias largas de distribución de potencia, mientras que una distribución de baja tensión (LT) de nivel, que van desde 127V hasta 690V se selecciona para el suministro final de las cargas. La adaptación y el aislamiento entre las diferentes secciones de la red se realiza por transformadores pasivos operados a la

frecuencia de línea (50 Hz / 60 Hz), por lo que, en caso de aplicaciones de alta potencia, estos transformadores se colocan convenientemente, muy cercanos a la carga con el fin de minimizar las pérdidas en la transmisión de energía.

Un TES es un dispositivo activo de conversión de energía que posee las siguientes características:

- Disponibilidad de acoplamiento DC en baja tensión
- Corrección activa del factor de potencia
- Compensación de potencia reactiva
- Filtrado activo
- Aislamiento a perturbaciones
- Protección inteligente

Las ventajas fundamentales que ofrece este dispositivo se centran en: proporcionar energía en función de parámetros de calidad y el acoplamiento de fuentes de sistemas de energía renovable.

En cuanto a las aplicaciones en donde se utiliza el TES se destacan los sistemas de distribución de energía y el enlace de varios dispositivos eléctricos/electrónicos en redes inteligentes (Fig. 1).

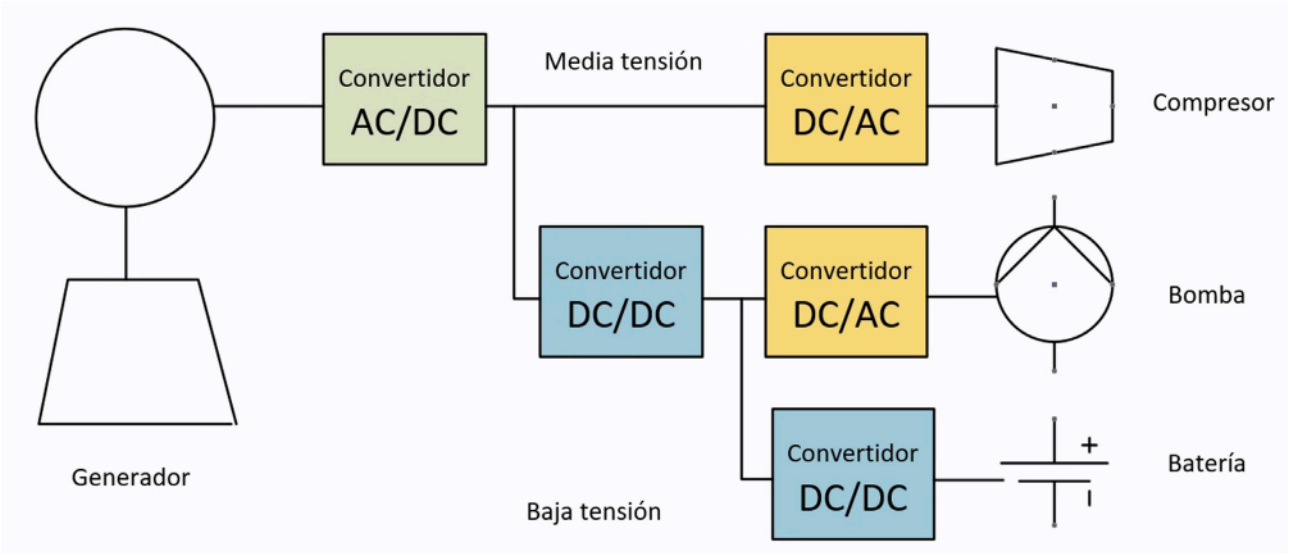


Fig. 1. Acoplamiento de dispositivos con un TES [1].

Para el siguiente trabajo se ha implementado un TES con una arquitectura matricial [1]. Este circuito (Fig. 2) se encuentra constituido por dos puentes, cada uno con 4 interruptores de potencia que representan los IGBTs. El esquema se complementa con un núcleo de ferrita el cual tiene como característica principal el de poder desenvolverse a altas frecuencias.

Finalmente, se implementan filtros a la entrada y a la salida del dispositivo. El flujo de la energía es bidireccional y es importante obtener una señal senoidal a una frecuencia de operación de la red eléctrica (60 Hz para la red local) y a un voltaje variable. Se consiguen estas características empleando una secuencia de conmutación como la que se muestra en la Fig. 3, en donde se espera que todos los dispositivos de potencia trabajen a la misma frecuencia la cual es un múltiplo del valor de la frecuencia de la red eléctrica y hay un desfase entre conmutaciones dadas por un ángulo que va a convertirse en uno de los medios fundamentales al momento de varias el voltaje de salida.

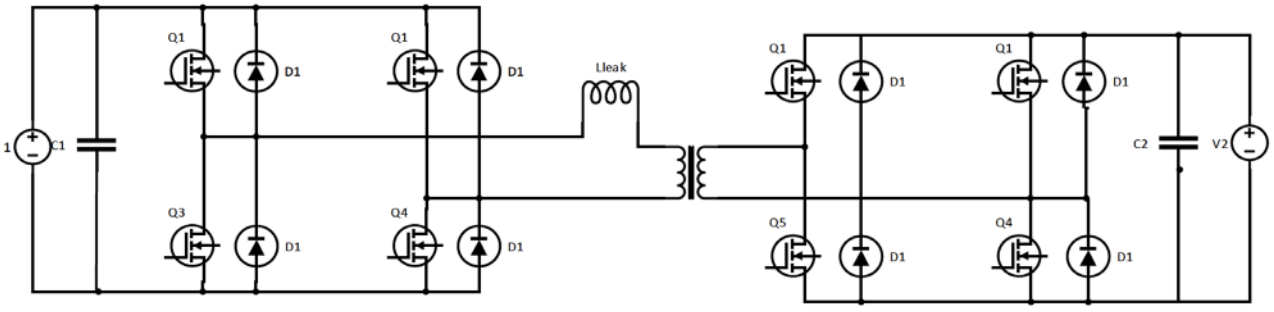


Fig. 2. TES tipo matricial [1].

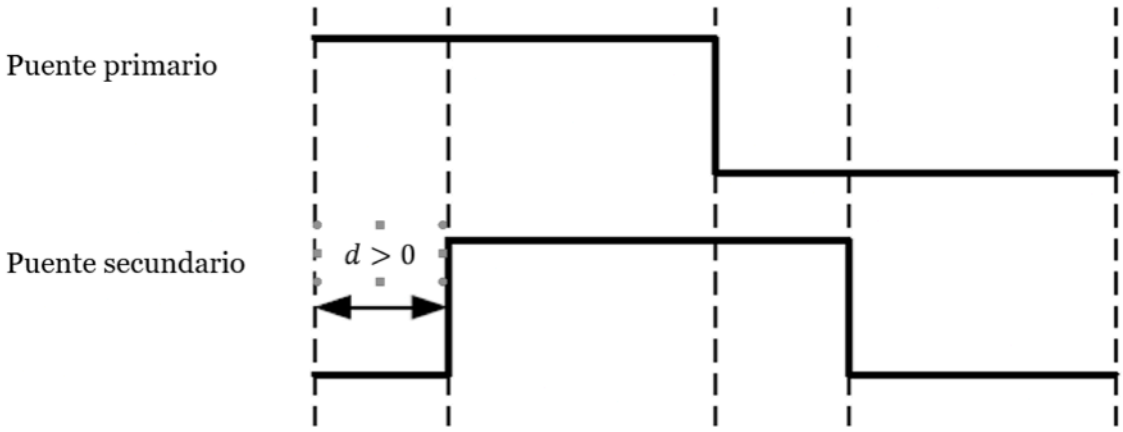


Fig. 3. Secuencia de conmutación de los interruptores de potencia [1].

El TES presenta regula la potencia de salida por medio de la siguiente relación de voltajes:

$$P = \frac{V_1 V_2}{2N f_s L_t} d(1-d) \quad (1)$$

Donde es el voltaje de entrada, el voltaje de salida, la relación de vueltas del transformador de ferrita, la frecuencia de conmutación, la inductancia de magnatización y el ángulo de desfase entre las señales de entrada y salida del TES.

La conmutación del convertidor se regula con la relación de trabajo:

$$\alpha = t_{on} f_s \quad (2)$$

Donde es el tiempo de encendido del semiconductor y es el ángulo de disparo.

Casos de estudio de operación del TES

Se construyó el esquema en PSIM® (Fig. 5) tomando en cuenta las consideraciones relacionadas con las conmutaciones de cada uno de los IGBTs. Además, se han incorporado medidores de voltaje y corriente para ver en algunas etapas el proceso de conversión de energía.

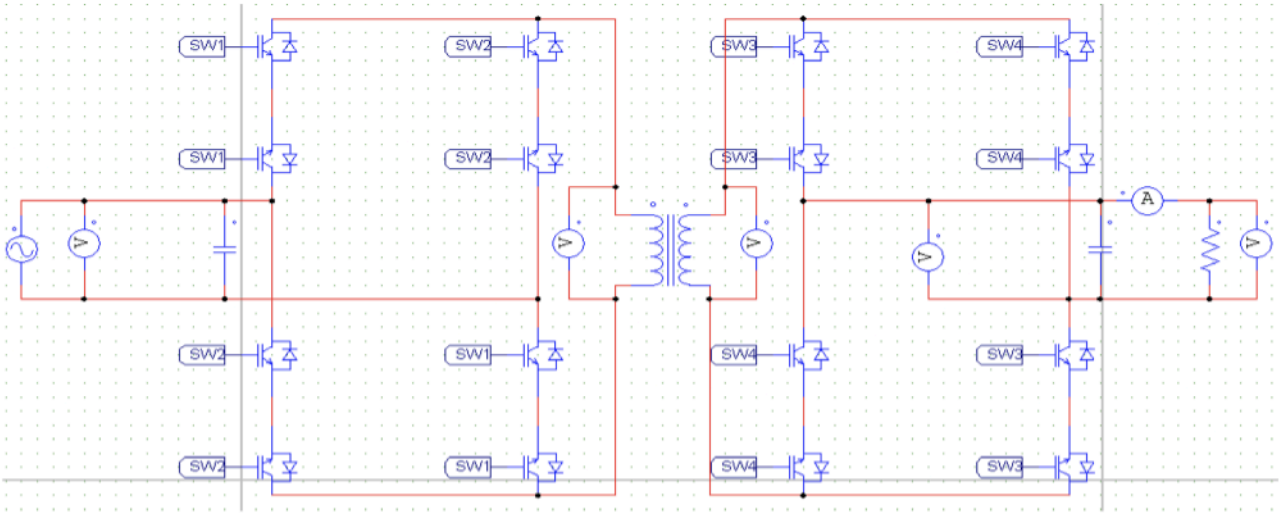


Fig. 5. Esquema implementado en PSIM®.

Uno de los elementos adicionales que se incorporan al esquema es un filtro. De acuerdo con las pruebas y resultados obtenidos previamente se determinó la necesidad de incorporar un filtro pasa bajos de segundo orden el cual presenta una mejor pendiente de filtrado para omitir componentes de alta frecuencia que al fin y al cabo distorsionan la forma de onda del voltaje de salida. A continuación, se presentan las pruebas que fueron realizadas al convertidor.

Técnica de conmutación por desplazamiento de fase

De acuerdo con el esquema de conmutación visto anteriormente, se emplea en el convertidor una frecuencia de trabajo de 480 Hz. Esta frecuencia es 8 veces mayor que la fundamental y se ha escogido este valor para obtener una visualización adecuada del cambio de las ondas en la entrada y salida del TES. La relación de trabajo de la señal moduladora es 0.5. Los valores de desplazamiento entre el interruptor 1 y 3 oscilan entre 0°, 30°, 60° y 90°. El valor límite de desfase se consigue a 90°, para valores superiores lo que sucede en la salida es un proceso cíclico en el cual la onda salida repite sus valores como si el desplazamiento fuera nuevamente 0°. El valor de frecuencia de corte empleado en el filtro es de 80 Hz para tratar de obtener la fundamental pura con más precisión y eliminar armónicos adyacentes que distorsionan en gran manera la onda de voltaje de salida. Además, es necesario aplicar una ganancia al filtro debido a que con el afán de obtener una senoidal pura y una frecuencia de corte cercana a 60 Hz se disminuye la amplitud y es necesario recobrar valores de voltaje perdidos. En la Fig. 6 se aplica la prueba a 0°.

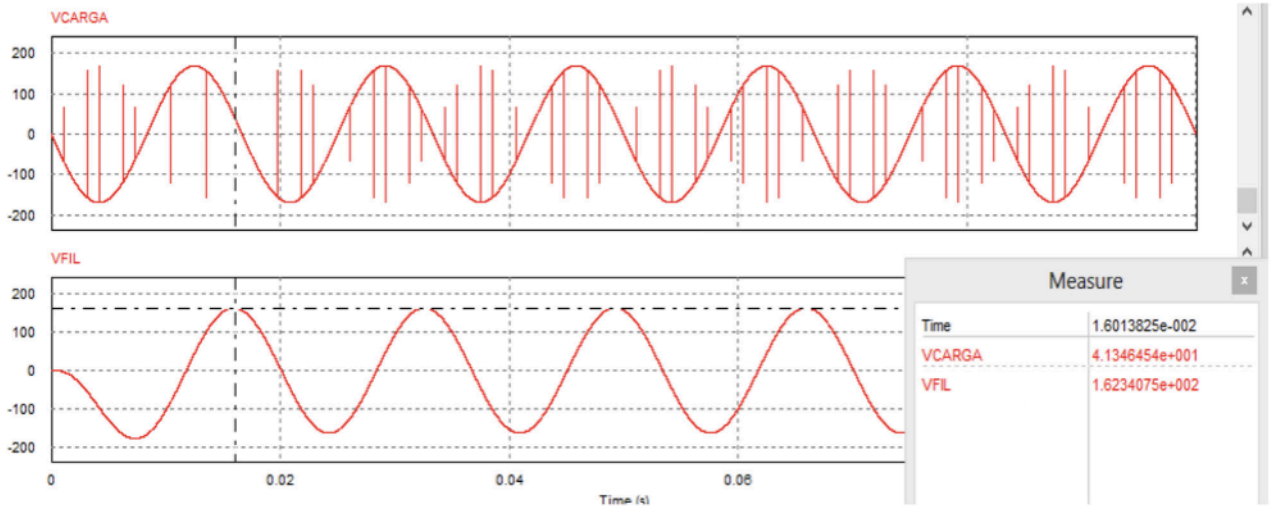


Fig. 6. Primera prueba de desafase.

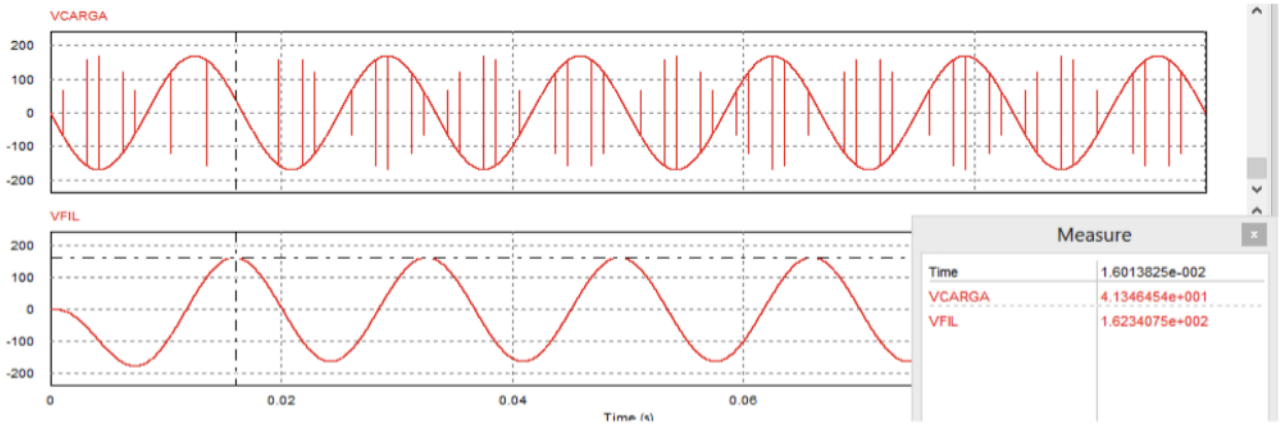


Fig. 7. Espectro de frecuencia de la primera prueba.

El desfase al ser mínimo presenta una salida senoidal pura a excepción de picos de voltaje que surgen por las conmutaciones. Además, se pueden presentar estos casos en donde no es necesario aplicar un filtro ya que la señal presenta armónicos de alta frecuencia muy bajos o imperceptibles (Fig. 7).

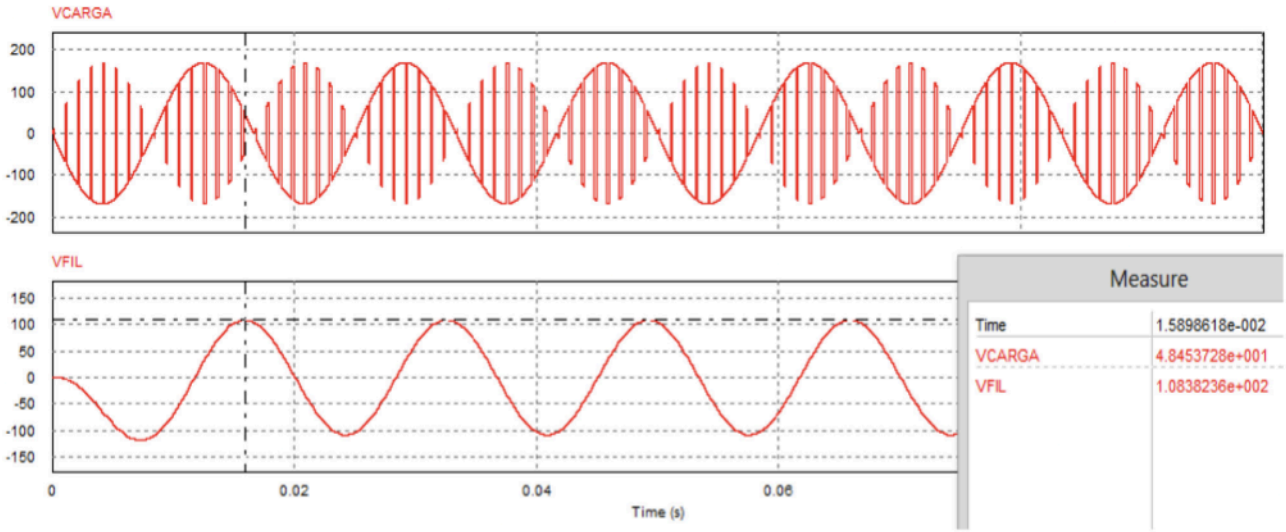


Fig. 8. Segunda prueba de desfase.

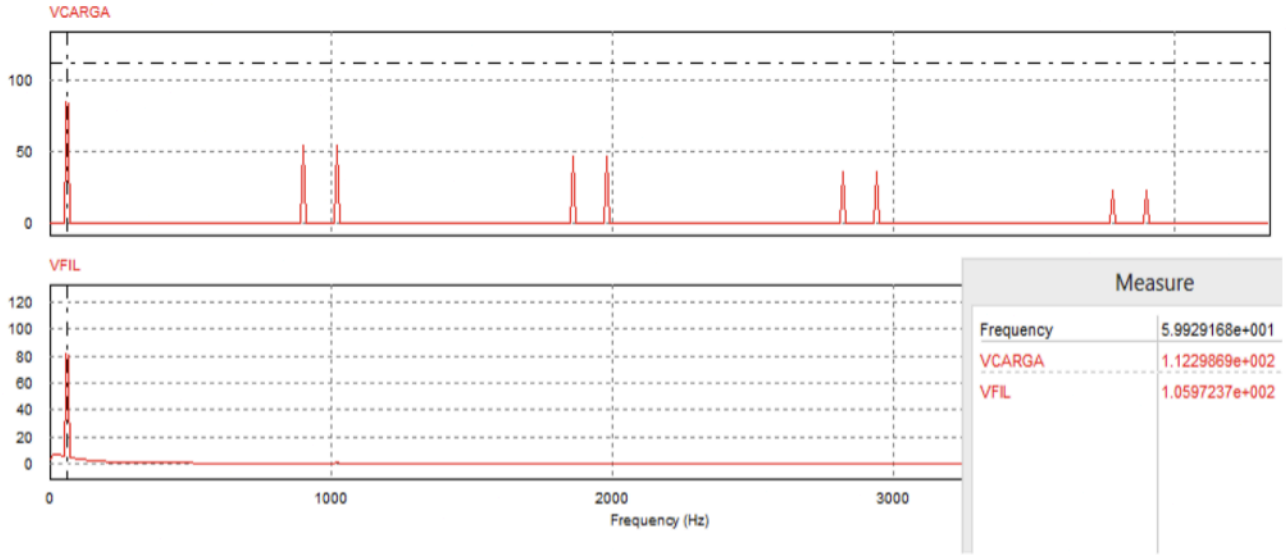


Fig. 9. Espectro de frecuencia de la segunda prueba.

Se ha conseguido bajar el voltaje de salida a 108V. En cuanto al grafico de frecuencia, se observa en más la importancia del uso del filtro en el sistema ya que varias frecuencias de orden superior han sido anuladas. En la Fig. 10 se aplica la prueba a 60° y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 11.

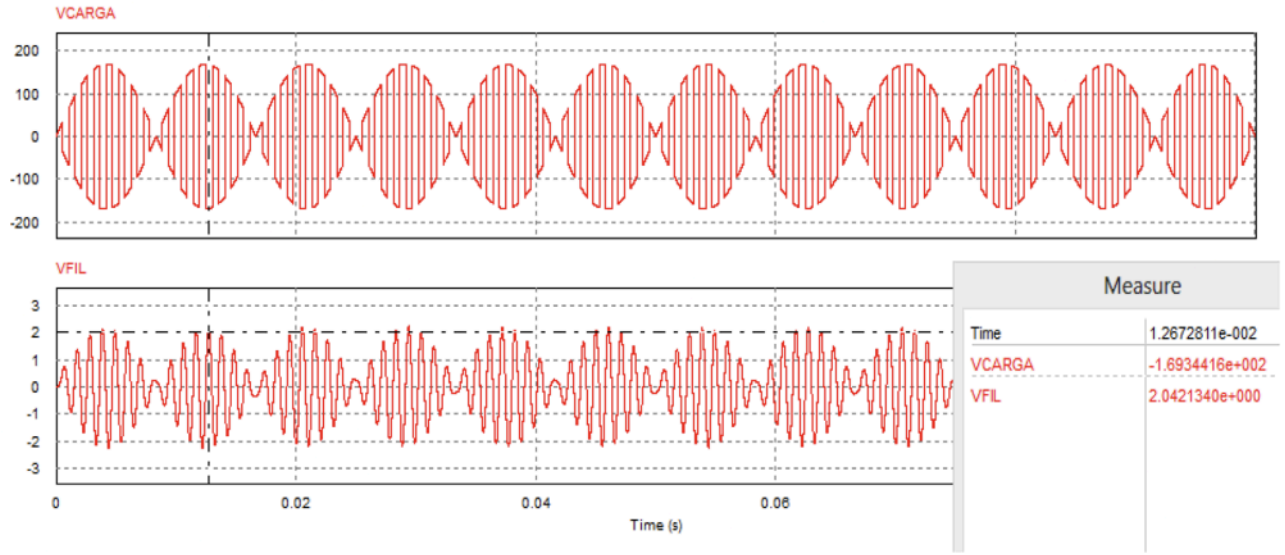


Fig. 10. Tercera prueba de desafase.

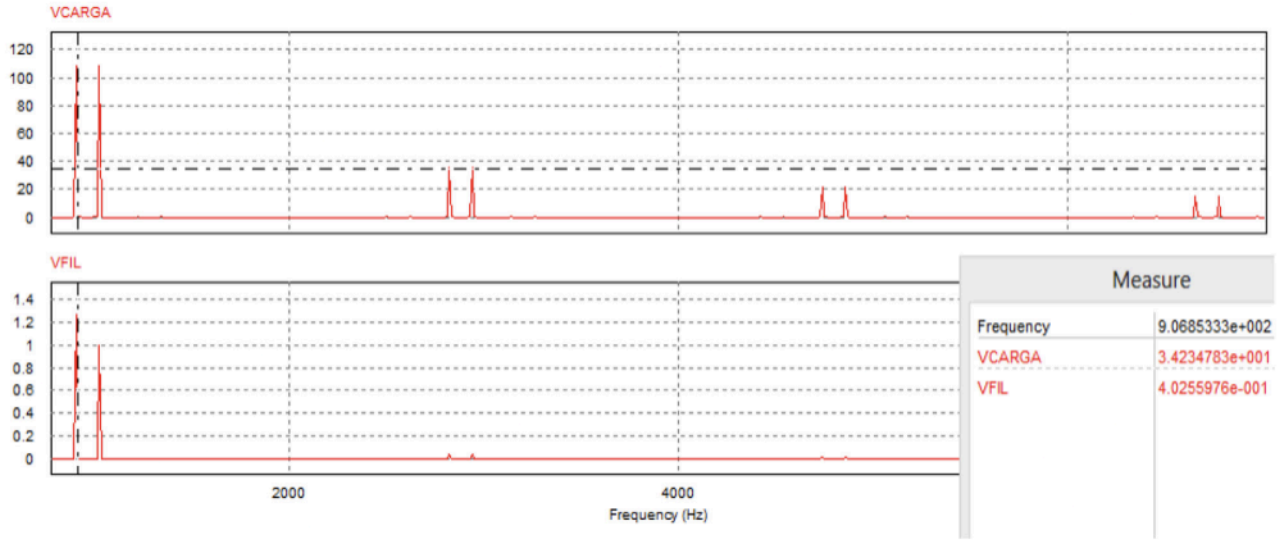


Fig. 11. Espectro de frecuencia de la tercera prueba.

Se aprecia que el voltaje de salida ha disminuido a un voltaje pico de 54V y la presencia de los valores de los armónicos se hace más notoria. En la gráfica de frecuencia se puede corroborar el enunciado anterior debido a que el espectro nos dice que existen armónicos que tienen un valor alto comparado con la fundamental. Pese a que estos valores de armónicos han sido filtrados para obtener una mejor respuesta, hay residuos que se visualizan en la señal de salida debido a su gran magnitud. Otro punto importante es el de que el armónico de gran valor que influye en la respuesta de salida es el de 900 Hz y se relaciona con el doble de la frecuencia de conmutación utilizada en el circuito.

Finalmente, en la Fig. 12 se aplica la prueba a 90° y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 13.

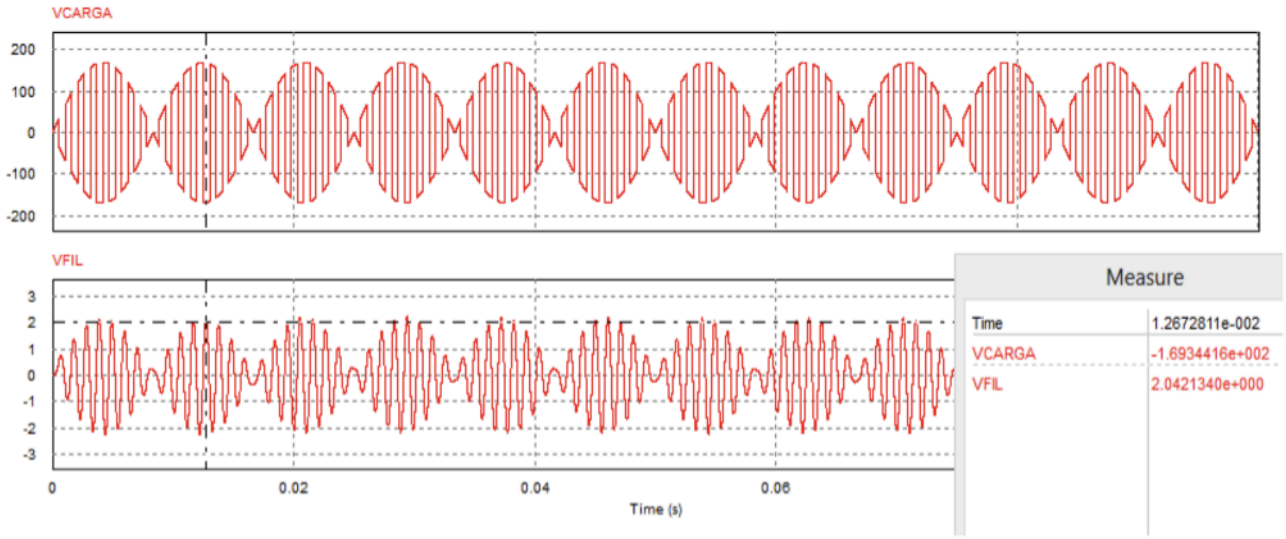


Fig. 12. Cuarta prueba de desfase.

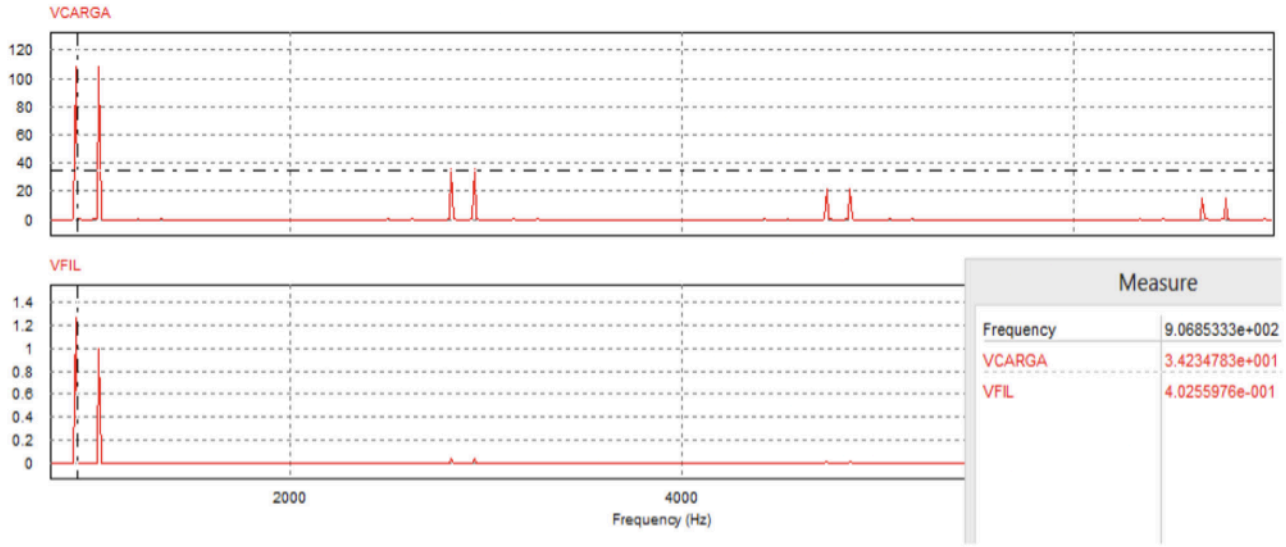


Fig. 13. Espectro de frecuencia de la cuarta prueba.

Se aprecia que el gráfico de la onda en el tiempo se ha atenuado mucho. Alcanza un valor de 2V como máximo. Sin embargo, esta onda de salida no es senoidal, esto se corrobora con la gráfica del espectro de frecuencia en donde se visualiza que la onda ve un valor predominante de frecuencia en 900Hz, tal como lo sucedido en el anterior caso. El armónico fundamental no aparece porque se ha anulado debido al desplazamiento de fase en la conmutación lo que hizo posible disminuir el voltaje de salida pero generó una onda de ruido en el sistema.

Técnica de conmutación por variación del ancho de pulso

En este caso, se analiza el efecto que presenta un cambio en la relación del ancho de pulso aplicado a cada uno de los IGBTs del convertidor. Para ello se realizan pruebas con los siguientes valores: 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1 y tomando en cuenta que el valor del desfase en la conmutación al ser fijo es de específicamente 45°.

En la Fig. 14 se aplica la prueba = 0 y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 15.

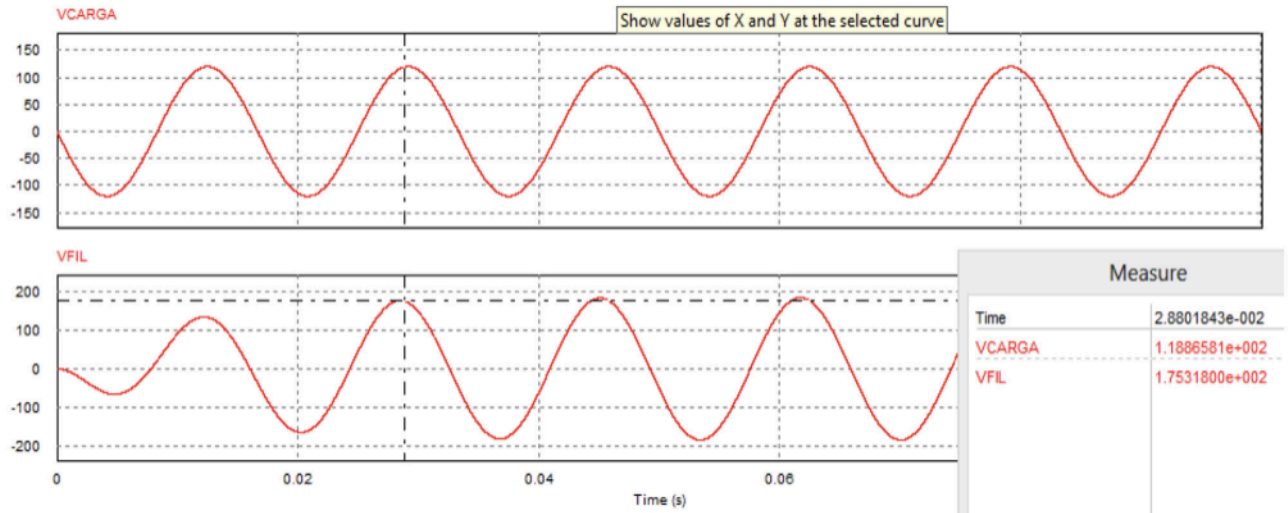


Fig. 14. Primera prueba con cambios de δ.

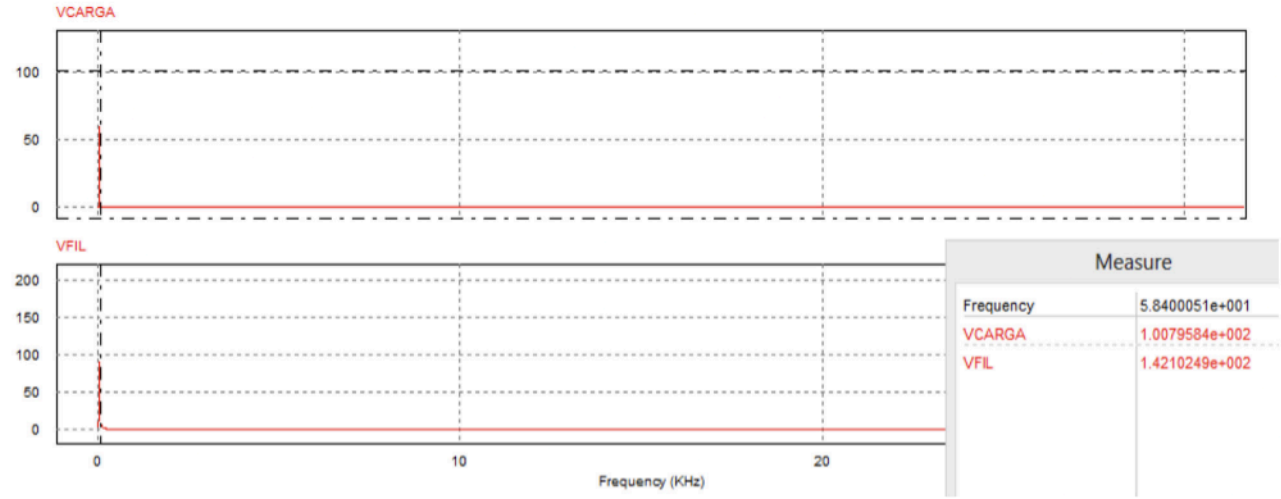


Fig. 15. Espectro de frecuencia de la primera prueba.

Las figuras muestran una onda senoidal pura y sin mucho desfase por la acción del filtron en la salida. El gráfico del espectro de frecuencias afirma que la señal es pura ya que no existe ningún tipo de armónico que trater de distorsionar la onda.

En la Fig. 16 se aplica la prueba = 0;25 y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 17.

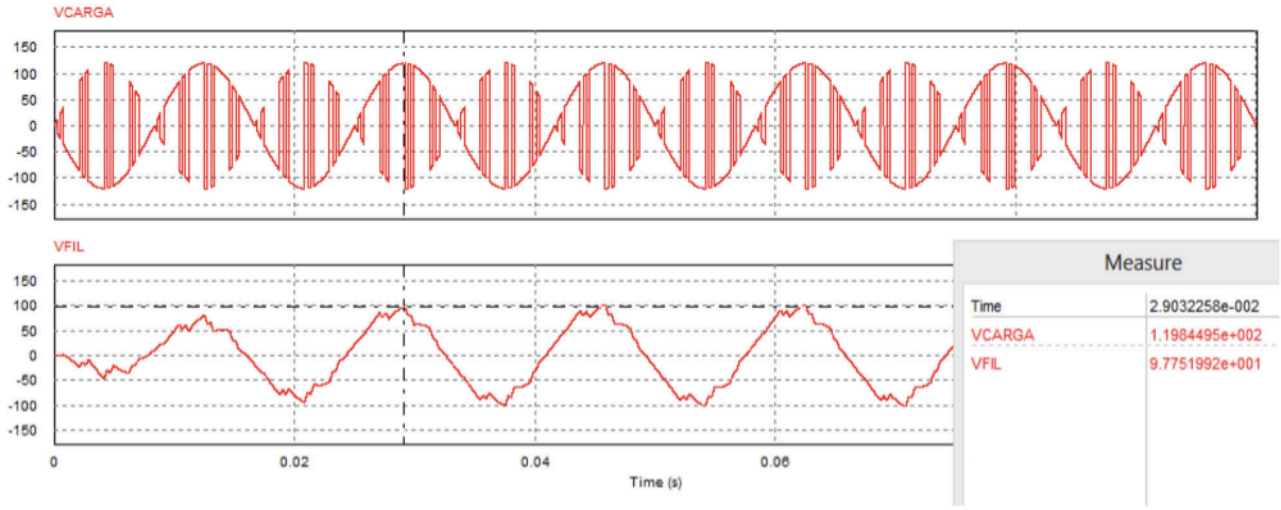


Fig. 16. Segunda prueba con cambios de δ.

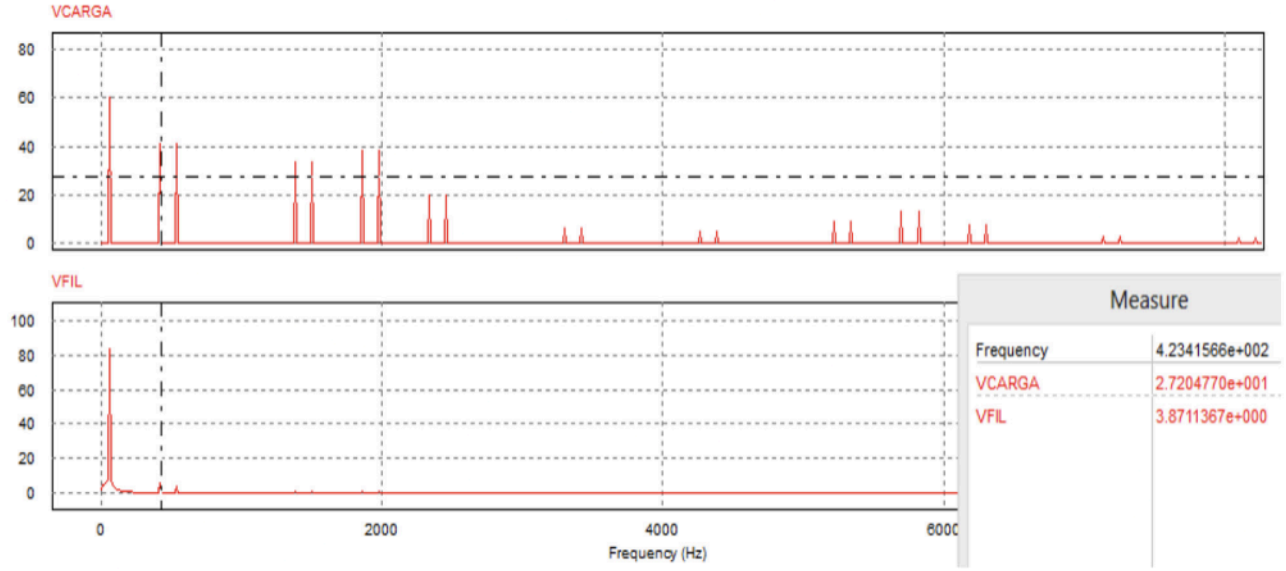


Fig. 17. Espectro de frecuencia de la segunda prueba.

En la Fig. 18 se aplica la prueba = 0;5 y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 19.

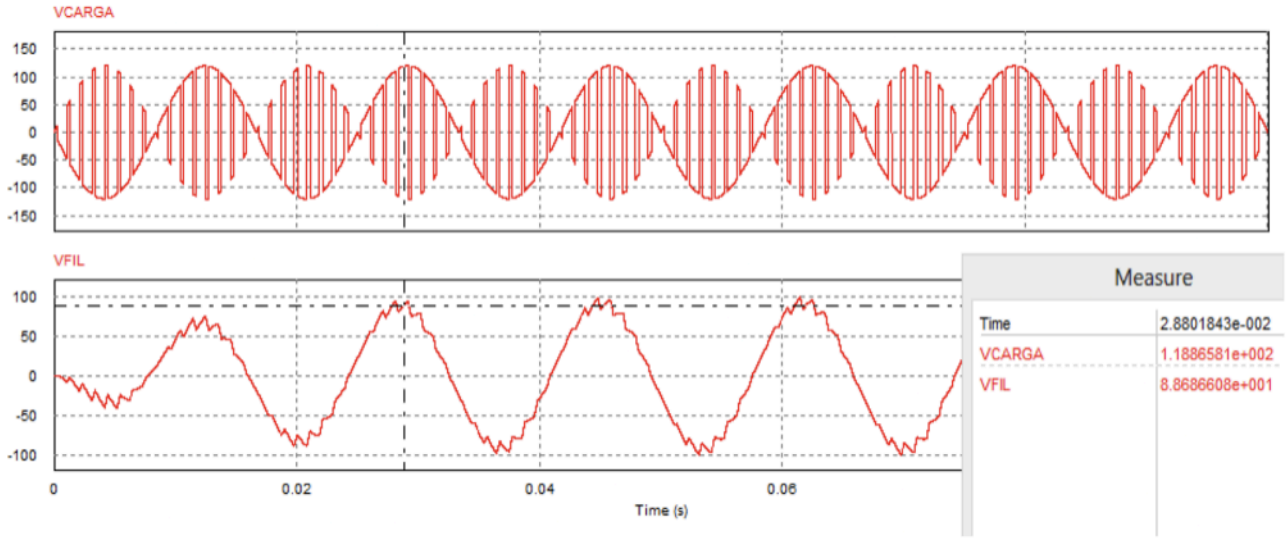


Fig. 18. Tercera prueba con cambios de δ.

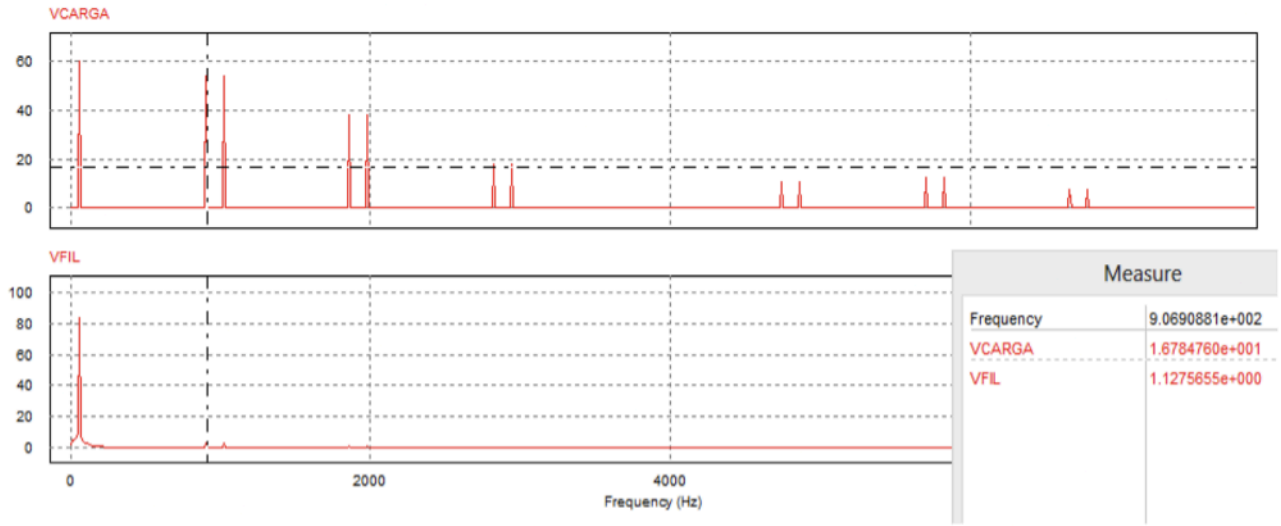


Fig. 19. Espectro de frecuencia de la tercera prueba.

La gráfica de la onda de salida muestra una amplitud cercana de 88V pico y se nota que hasta el momento con cada aumento de la relación de trabajo se produce un decremento en la amplitud de la onda se salida. El espectro de frecuencias muestra un comportamiento muy similar al caso anterior en el cual las componentes cercanas a la fundamental y que no han sido completamente filtradas por su gran magnitud, generan distorsión en la onda de salida.

En la Fig. 20 se aplica la prueba = 0;75 y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 21.

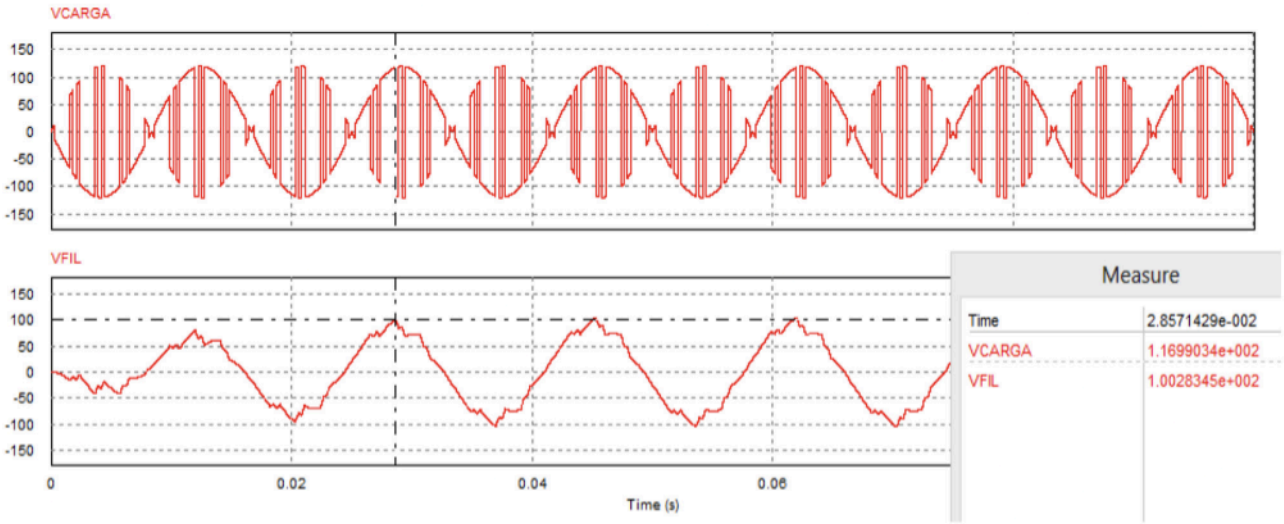


Fig. 20. Cuarta prueba con cambios de δ.

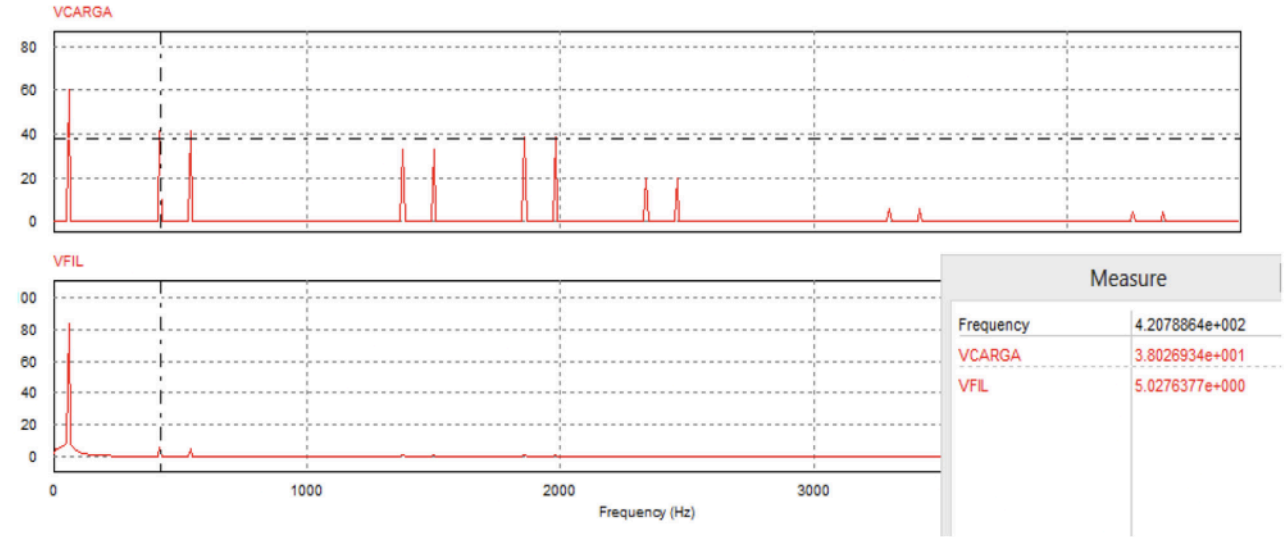


Fig. 21. Espectro de frecuencia de la cuarta prueba.

Al valor de 0.75 de relación de trabajo, la onda de salida se muestra con un valor muy similar al producido por un = 0.25. La diferencia en el voltaje pico es de apenas 3V lo cual podrán deberse más a la distorsión en el punto en el cual se ha tomado la medición. El espectro de frecuencia muestra el comportamiento descrito en los párrafos anteriores.

En la Fig. 22 se aplica la prueba = 0.75 y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 23.

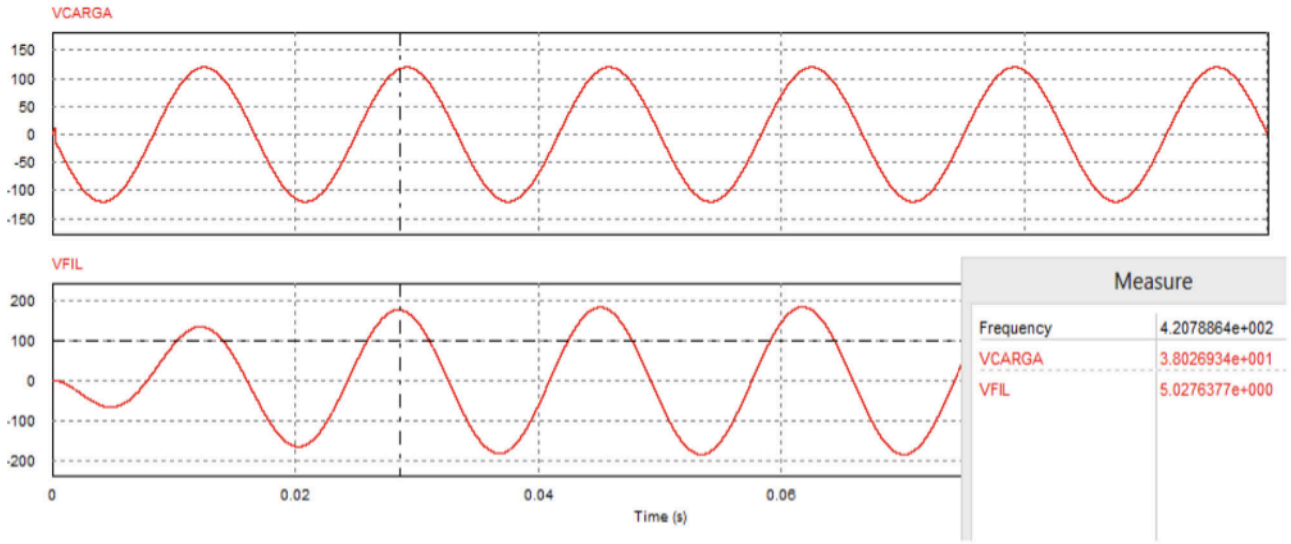


Fig. 22. Quinta prueba con cambios de δ.

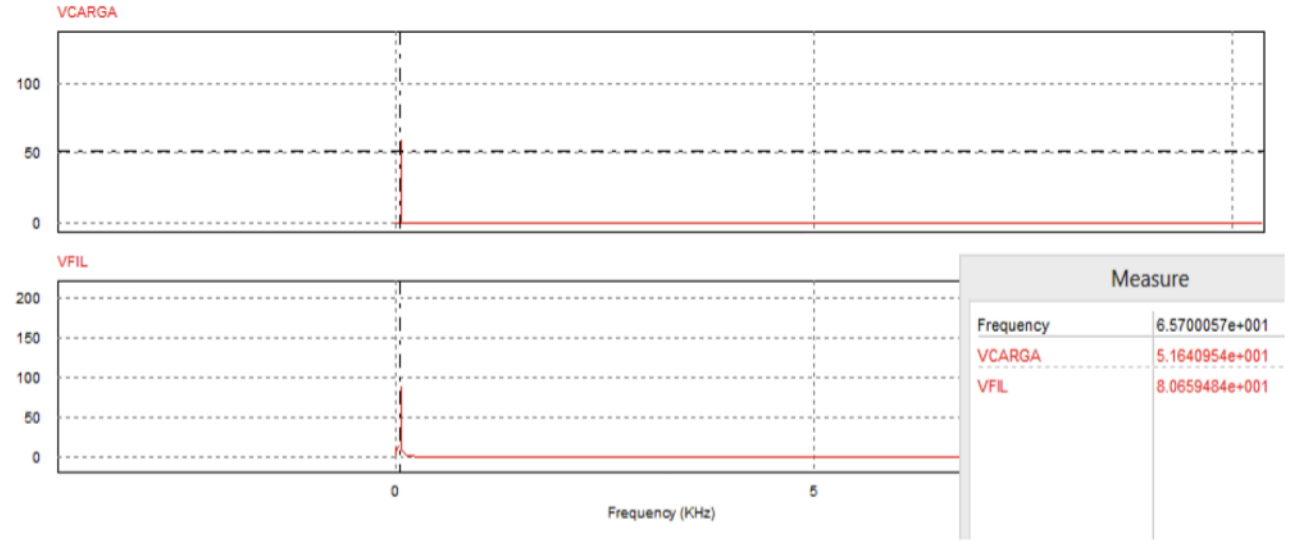


Fig. 23. Espectro de frecuencia de la quinta prueba.

Finalmente, con un valor de 1 de relación de trabajo se ha logrado obtener una nueva senoidal y el espectro de frecuencia muestra el gráfico de la componente fundamental tal cual sucedido en el primer caso analizado en este apartado.

3.3 Implementación de un filtro pasa banda

En la implementación del filtro pasa banda se utiliza un rango comprendido entre 30 Hz y 100 Hz. Con esto se podrá apreciar una solución alternativa al filtro pasa bajos

que se utilizó en las primeras pruebas.

Por lo cual se tomarán los mismos valores de desfase para analizar los posibles cambios en el voltaje de salida. En la Fig. 24 se aplica la prueba a 0° y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 25.

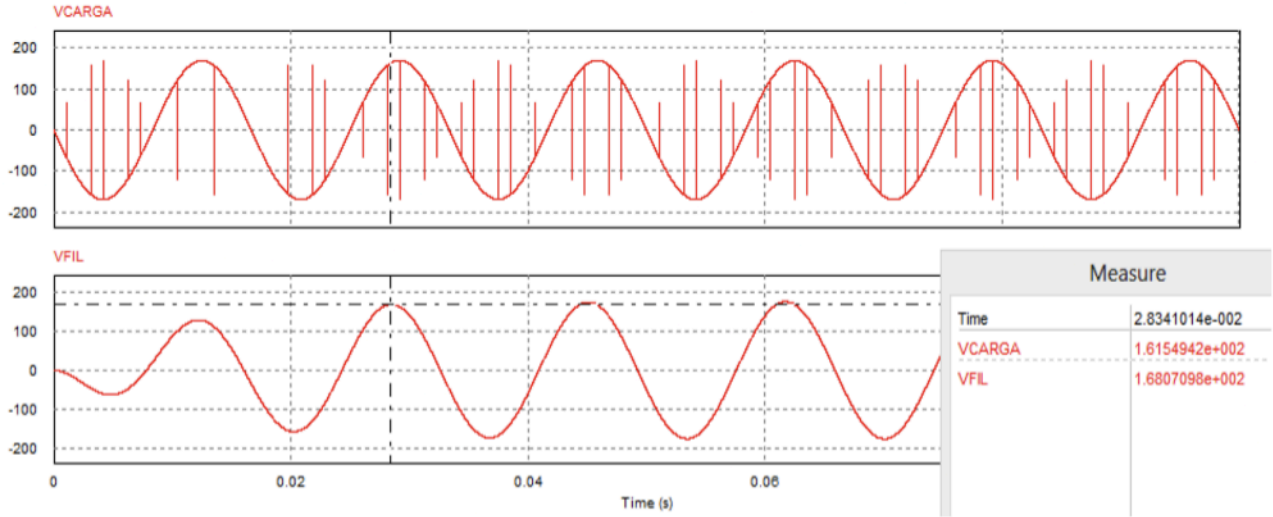


Fig. 24. Primera prueba con cambio de fase.

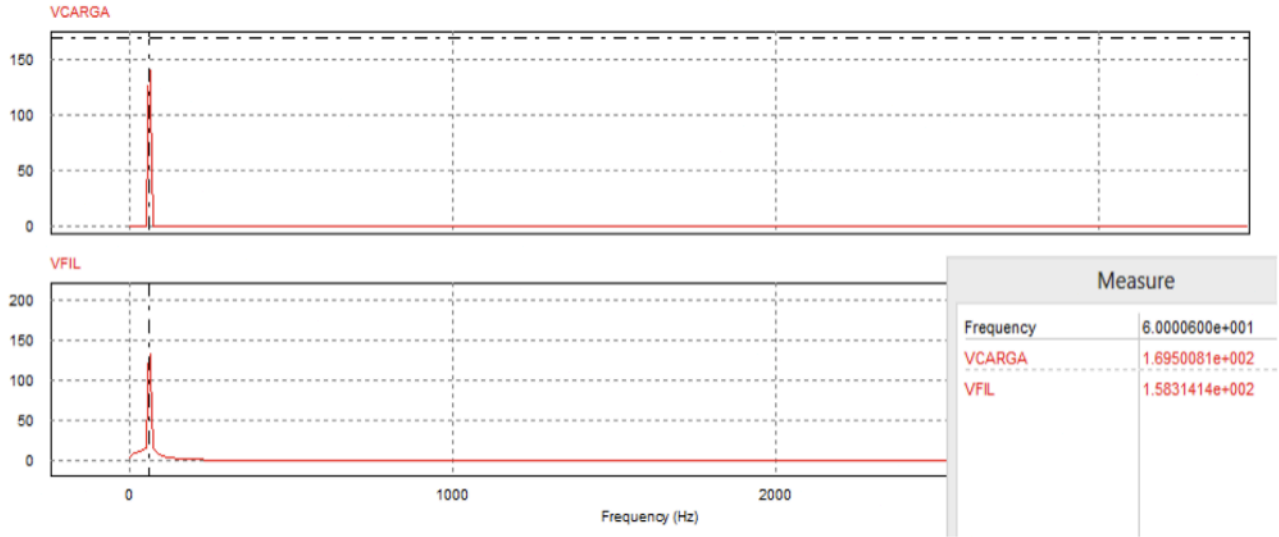


Fig. 25. Espectro de frecuencia de la primera prueba.

El gráfico presenta un valor similar al obtenido con el filtro pasa bajos, tanto para su amplitud como para su frecuencia. En la Fig. 26 se aplica la prueba a 30° y se aprecia su espectro en frecuencia en la Fig. 27.

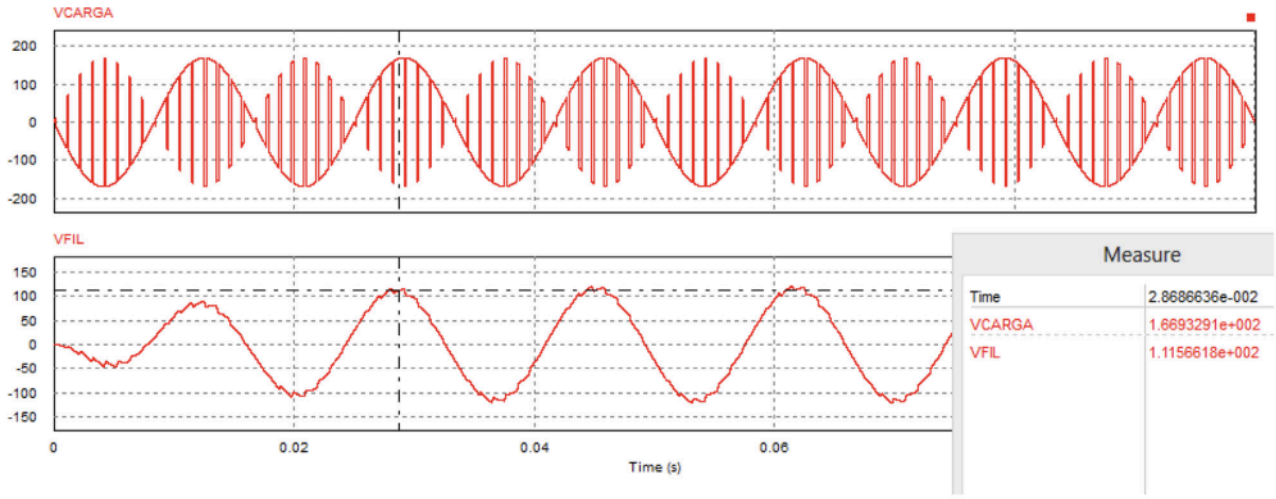


Fig. 26. Segunda prueba con cambio de fase.

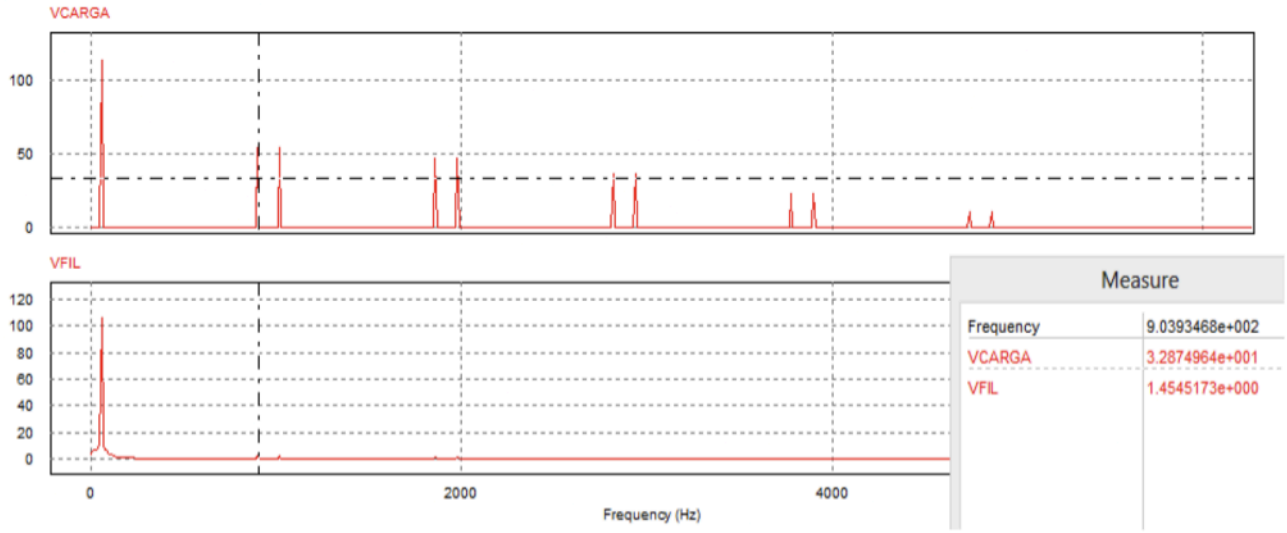


Fig. 27. Espectro de frecuencia de la segunda prueba.

Se presenta de nuevo un comportamiento muy similar al del filtro pasa bajos a diferencia que la onda de voltaje tiene 3V de diferencia con su equivalente de filtro pasa bajos. La frecuencia también es coherente con el enunciado anterior. Los gráficos para los desfases de 60° y 90° también fueron similares por lo que no fue necesario incluirlos en esta sección.

Acoplamiento del TES a la red

Se conecta el convertidor a la red como un medio de acoplamiento entre una fuente de AC proveniente de un generador con el potencial de obtener esta energía por medio de fuentes renovables. El objetivo en esta prueba es determinar un ángulo específico de desfase en el cual se pueda controlar la dirección del flujo de energía, es decir, que este vaya hacia la red desde el sistema auxiliar de AC o viceversa.

De las pruebas realizadas, se presentó la transferencia del conversor a la red en un ángulo de 180°. Esto se debe a que en ese punto se comienza de nuevo el desfase como si empezara de cero. Al no haber algún retardo originado por algún elemento del circuito, se logra trabajar con la onda completa, que no es necesario filtrarla y de esta manera tratar de tener un impulso de energía que envíe corriente a la red. Con otros valores de ángulo de desfase no se puede ingresar corriente a la red.

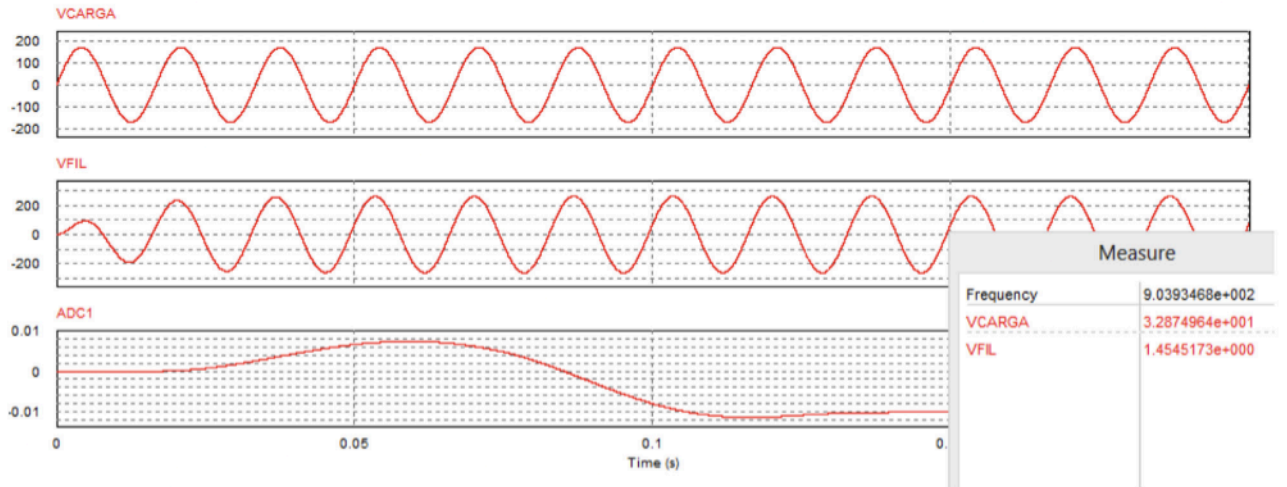


Fig. 28. Ingreso de energía a la red (transitorio positivo).

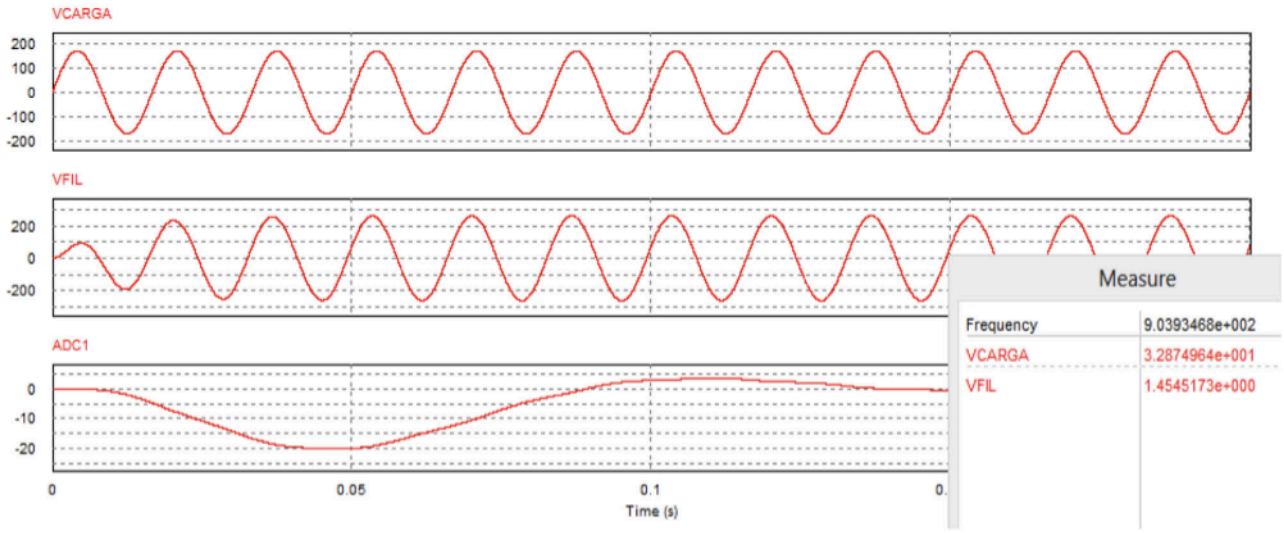


Fig. 29. Regreso de energía desde la red (transitorio negativo).

En un futuro se puede aplicar una técnica de control en lazo cerrado para variar los parámetros del voltaje y frecuencia de conmutación. De esta forma se puede adaptar el transformador a cargas con diferentes valores de voltaje nominal. Se pueden hacer pruebas con otros convertidores que conforman el TES utilizando fuentes de corriente continua para compararlos con aquellos sistemas de producción de energía alternativa.

Conclusiones y trabajos futuros

El desplazamiento de fase lo que realiza es que la frecuencia fundamental disminuya poco a poco en magnitud para que de esta forma se pueda variar el voltaje de salida.

Es muy importante trabajar a frecuencia de conmutación con valores múltiplos a la frecuencia fundamental.

El cambio en la relación de trabajo puede ayudar a la conversión de energía si esta es ceo o uno. Con estos valores se puede obtener una onda senoidal pura sin variación de amplitud.

El uso del filtro complementa la acción realizada por el convertidor en su misión de disminuir la amplitud, sin embargo, la frecuencia de corte debe ser cercana a la fundamental y adicionalmente un filtro de orden mayor a uno puede aliviar los problemas de armónicos.

Se puede observar que se generan un gran número de componentes armónicos que cambian el valor de la onda de salida de forma drástica ya que se presentan componentes armónicas de gran magnitud. Por lo tanto, no se recomendaría tener una frecuencia de conmutación muy alta en la arquitectura matricial propuesta en este reporte.

Cuando se conectó el convertidor a la red se observó que hay que buscar un valor específico de desplazamiento en el que se pueda transferir la energía desde el suministro auxiliar hacia la fuente, pero en la práctica este valor resultó ser único ya que con otros valores lo que se estaría haciendo es variar la amplitud del voltaje del TES, siendo este menor que el de la red y haciendo que la red ingrese energía al convertidor y no de forma contraria.

Referencias

1. Kolar, J. W., & Ortiz, G. (2014, May). Solid-state-transformers: Key components of future traction and smart grid systems. In Proceedings of the International Power Electronics Conference-ECCE Asia (IPEC 2014) (pp. 18-21). IEEE.

2. Hannan, M. A., Ker, P. J., Lipu, M. S. H., Choi, Z. H., Rahman, M. S. A., Muttaqi, K. M., & Blaabjerg, F. (2020). State of the art of solid-state transformers: Advanced topologies, implementation issues, recent progress and improvements. Ieee Access, 8, 19113-19132.

3. Abu-Siada, A., Budiri, J., & Abdou, A. F. (2018). Solid state transformers topologies, controllers, and applications: State-of-the-art literature review. Electronics, 7(11), 298.

4. Mogorovic, M., & Dujic, D. (2018). Sensitivity analysis of medium-frequency transformer designs for solid-state transformers. IEEE Transactions on Power Electronics, 34(9), 8356-8367.

5. Shamshuddin, M. A., Rojas, F., Cardenas, R., Pereda, J., Diaz, M., & Kennel, R. (2020). Solid state transformers: Concepts, classification, and control. Energies, 13(9), 2319.

6. Zheng, L., Kandasamy, K., Kandula, R. P., & Divan, D. (2018, September). Impact of transformer leakage inductance on the soft-switching solid-state transformer. In 2018 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) (pp. 1125-1132). IEEE.

7. Saleh, S. A., Ozkop, E., Alsayid, B., Richard, C., Onge, X. F. S., McDonald, K. M., & Chang, L. (2019). Solid-state transformers for distribution systems–part II: Deployment challenges. IEEE Transactions on Industry Applications, 55(6), 5708-5716.

8. Gómez, C. D., & Pineda Cadena, E. S. (2021). Diseño e implementación de un transformador electrónico de estado sólido (TES) trifásico para su uso en microrredes eléctricas.

9. Ruiz, F., Perez, M. A., Espinosa, J. R., Gajowik, T., Stynski, S., & Malinowski, M. (2020). Surveying solid-state transformer structures and controls: Providing highly efficient and controllable power flow in distribution grids. IEEE Industrial Electronics Magazine, 14(1), 56-70.

10. Xue, Y., Starke, M., Dong, J., Olama, M., Kuruganti, T., Taft, J., & Shankar, M. (2018, June). On a future for smart inverters with integrated system functions. In 2018 9th IEEE International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems (PEDG) (pp. 1-8). IEEE.

11. Soomro, J. B., Akhtar, F., Hussain, R., Ahmed Ansari, J., & Munir, H. M. (2022). A Detailed Review of MMC Circuit Topologies and Modelling Issues. International Transactions on Electrical Energy Systems, 2022.

12. Chikondra, B., Muduli, U. R., & Behera, R. K. (2019, September). Fault-tolerant dtc technique for five-phase three-level npc inverter-fed induction motor drive with an open-phase fault. In 2019 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE) (pp. 5281-5287). IEEE.

13. Rivera, S., Lizana, R., Kouro, S., Dragičević, T., & Wu, B. (2020). Bipolar dc power conversion: State-of-the-art and emerging technologies. IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, 9(2), 1192-1204.

BIOENGINEERING







Tutor externo híbrido para reducción de fracturas en huesos de la pierna

DOI : 10.53358/ideas.v4i1.696

Leonardo Silva[1], Luis Arellano[1], Jesús Pérez[2]
[1] Centro de Biomecánica, Universidad de Carabobo,
Av. Universidad, Naguanagua, Estado Carabobo, Venezuela
[2] Hospital Universitario Dr. Ángel Larralde
Av. Intercomunal de Bárbula, Naguanagua, Estado Carabobo, Venezuela
[1]leonardogsilva@gmail.com, [1]luisarellano14@gmail.com, [2]jesusperez1@hotmail.com

RESUMEN

Se desarrolla una solución para un fijador externo hibrido para miembros inferiores tibia y peroné. Para tal fin se generan los modelos 3D de propuestas de solución, basadas en las características esperadas y en sus limitaciones. Para cada alternativa se evalúan los parámetros establecidos y se selecciona la mejor alternativa. Posteriormente, se selecciona un material basado en las normas hospitalarias y que cuente con disponibilidad en el mercado nacional. Se establecen las condiciones de contorno, considerando las restricciones y las cargas a las cuales se encontrará sometido el dispositivo en escenarios de operación. Se lleva a cabo un análisis de esfuerzos empleando un programa computacional basado en el método de elementos finitos. Los resultados obtenidos a partir del análisis reportan que cada uno de los elementos que conforman el tutor externo no presentan condición de falla para las condiciones impuestas.

Palabras Clave: Fijador externo, Híbrido, Tibia y Peroné.

Introducción

Los huesos de la pierna (tibia y peroné) se fracturan con mucha frecuencia [1]. Esto se debe a su localización y características anatómicas[1], [2]. Generalmente, dichas fracturas son el resultado de un traumatismo de alta energía [3], debido a lesiones deportivas, impactos asociados con accidentes de tránsito [1], [4], caídas de medianas y grandes alturas, así como lesiones de guerra y agresiones personales [5]. Se estima que las fracturas de las diáfisis de tibia y peroné representan el 4% de todas las fracturas del esqueleto mientras que otros autores reportan un 59,6% de su prevalencia [2]. Las fracturas de tibia representan entre el 10 y 15% de todas las fracturas pediátricas [6]. Por su parte, la estadística general de ingresos por fracturas, en un hospital público en Venezuela, reporta un 34% de casos atendidos por fracturas de tibia[7]. En la mayoría de los casos los tejidos blandos son afectados significativamente [3].

Tradicionalmente, las fracturas estables y poco desplazadas en la tibia se han tratado con férulas de yeso [1]. Por su parte, en las fracturas abiertas, en las cuales el impacto ha perforado la piel [8], se han empleado dispositivos de osteosíntesis de fijación interna tales como, clavo intramedular, placas y tornillos; fijación externa o una combinación de estas técnicas. La fijación externa representa una opción segura y efectiva donde la fijación interna es imposible o desaconsejable [3]. Específicamente en fracturas abiertas de los huesos de la pierna los fijadores externos son ampliamente recomendados, ya que generan un menor índice de infección ósea, debido a la ausencia de material interno [1], [5], [9]. Adicionalmente, permite al cirujano realizar correcciones en múltiples planos [9]. La fijación externa también puede representar una solución provisional para el cuidado de la herida, mientras se pueda llevar a cabo la osteosíntesis interna [5], [10], [11], disminuyendo los riesgos de inmovilización prolongada, como rigidez articular, úlceras de tejidos blandos eventos tromboembólicos[12] y finalmente la pseudoartrosis de la fractura que se convierte en una afección crónica en términos de dolor y discapacidad funcional y psicosocial [13]. Además del tratamiento de las fracturas, se utilizan en la ortopedia reconstructiva, así como en la reparación de la pseudoartrosis, la artrodesis y el tratamiento de la osteomielitis en las poblaciones pediátrica y adulta [14].

La fijación externa se lleva a cabo colocando alambres transóseos que se aseguran a una estructura externa [14]. Dichos alambres pasan, a modo de puente, por encima de la fractura [5]. Los fijadores externos generalmente cuentan con diversas combinaciones de compresión controlada y distracción a los segmentos óseos adheridos [14]. De manera particular, los fijadores externos híbridos están conformados por un aro y barras laterales aprovechando la ventaja del fijador circular, que ofrece un mejor reparto de cargas, mientras que el peso del paciente genera un estímulo axial sobre el hueso gracias al montaje rodea a la extremidad [15].

Debido a la amplia utilización de los fijadores externos en los tratamientos de fracturas en huesos de la pierna, el Centro de Biomecánica de la Universidad de Carabobo (CEBIOMEC_UC) propone el diseño mecánico de un tutor (fijador) externo híbrido de fabricación nacional, con la intención de que el dispositivo sea evaluado para su utilización en pacientes que lo requieran en centros asistenciales públicos.

Metodología

Consideraciones de diseño

Se inicia el proceso de diseño examinando las características esperadas del fiador externo híbrido. Se estima que el dispositivo armado debe suministrar máxima estabilidad con poco peso (sin superar los 3 kg), lo que se traduce en comodidad para el paciente y personal médico. Así mismo, para su construcción se deben emplear materiales que cumplan con las normas sanitarias de instrumentos y servicios para centros médicos y que tengan disponibilidad en el mercado nacional. Por otra parte, el dispositivo debe poseer un diseño ergonómico que facilite el montaje, alineación y ajuste de los componentes por parte del especialista. Desde el punto de vista funcional deberá proporcionar estabilidad a la lesión y poseer un amplio rango de ajuste para la distracción.

Fase 2: Diseño del rehabilitador

Basados en los criterios establecidos, se proponen alternativas de solución para el fijador externo empleando un software de modelado 3D. En la Fig. 1 se muestran los modelos propuestos.

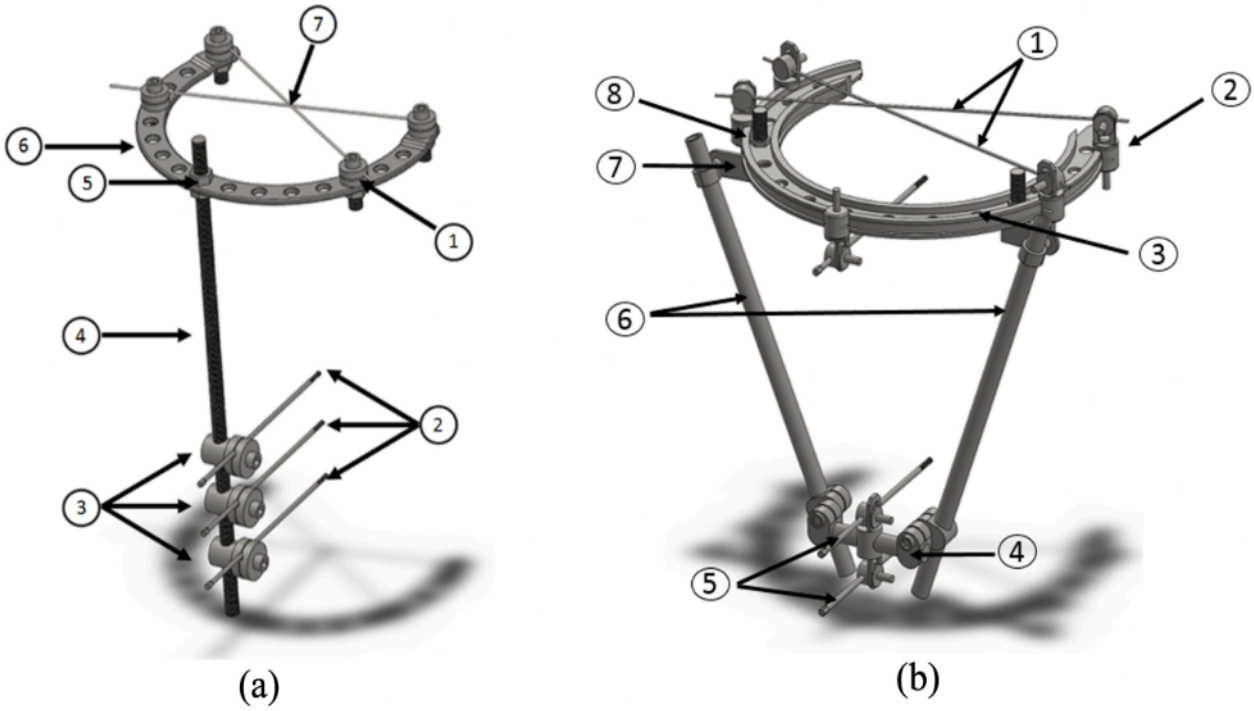


Fig. 1. Propuestas de solución para el fijador externo híbrido para huesos de la pierna. (a) Alternativa de solución Nro. 1, (b) Alternativa de solución Nro. 2.

Se analizaron cada una de las alternativas según los criterios y restricciones que se plantean para llevar a cabo el diseño, considerando las ventajas y desventajas que puedan presentar. Según lo anterior, la opción que mejor se adecua a las especificaciones para el diseño, es el modelo correspondiente a la primera alternativa. Dicha propuesta, garantiza la versatilidad en cuanto a la implementación por parte del especialista como en el uso por parte del paciente, permitiendo estabilidad y seguridad. Una característica fundamental en el diseño es que esta opción posee menor cantidad de piezas, lo cual ofrece al médico tratante una instalación mucho más sencilla, rápida y eficaz, así como mayor comodidad al paciente, pues esto representa menos peso a soportar. Otra ventaja del dispositivo es que permite ser ajustable en todas sus piezas exceptuando en el anillo, en donde se considera la capacidad de transportación ósea, como la adaptación en diversas lesiones y condiciones que posea el paciente incluyendo la capacidad de realizar distracción ósea. En la Tabla 1 se presenta la lista de componentes de la solución.

Por otra parte, en la Tabla 2 se indican las propiedades del material seleccionado, basado en las normativas sanitarias para el uso de dispositivos e implementos quirúrgicos. Según la norma hospitalaria se escoge al Acero AISI 304 [16].

Tabla 1. Lista de piezas de la solución propuesta.

N° de Elemento	Descripción	Cantidad
1	Torreta de fijación	1
2	Clavos de Shanz	1
3	Módulo de fijación	3
4	Barra roscada estabilizadora	4
5	Tuerca hexagonal	6
6	Anillo 5/8 de circunferencia	3
7	Alambres de Kirscher	2
8	Banda de Freno	1
9	Disco de Freno	1
10	Tope ángulo de frenado	1
11	Anclaje de tope frenado	1
12	Banda para ajuste cuádriceps	2
13	Asiento con espaldar	1
14	Motor/Piñón	1

Tabla 2. Propiedades mecánicas del Acero inoxidable 304 [4]

Propiedad	Valor	Unidad
Esfuerzo de fluencia	215	MPa
Esfuerzo máximo	505	MPa
Elongación	70% en 50 mm	---
Módulo de elasticidad	193	GPa
Coeficiente de Poisson	0,29	---
Dureza	123	HBN

Fase 3: Consideraciones para la simulación

Para la simulación del fijador híbrido se fijan condiciones de trabajo, a las cuales estará sometido el dispositivo. Se estima que el peso del paciente soportado en la zona tibial distal representa el 55% del peso total, del paciente en posición monopodal [17], ejerciendo éste una fuerza máxima de 539,55 N. El estudio se basa en las condiciones críticas para las piezas, por tanto; dichas condiciones para los módulos de fijación están asociadas al dispositivo en posición proximal y para las torretas de fijación como el anillo en una posición distal. La carga es aplicada directamente al hueso, a su vez trasmitida a los clavos y alambres de transfixión hasta los módulos, las torretas de fijación y el anillo. Con estas condiciones de carga se lleva a cabo el análisis de esfuerzos y desplazamientos en el sistema.

Resultados

Para la simulación del anillo se establecen las siguientes condiciones:

- Debido que el anillo se considera simétrico en todas sus partes se evalúa una sección equivalente.
- Las restricciones se establecen bajo la sujeción del anillo con la barra estabilizadora y la unión existente por tornillo y rosca entre el anillo de 5/8" con su complemento de 3/8" de circunferencia.
- El área de aplicación de la fuerza es de aproximadamente 3 cm2, lo que corresponde al área de la sección de la tibia en la cual se colocan los alambres transfixiantes.

En la figura 2 se muestran las condiciones de carga a las cuales es sometido el anillo, aplicada en una sección del alambre de Kirschner, donde F25% representa la carga aplicada a cada torreta de fijación, RA1 las restricciones generadas por la barra de fijación y RA2 restricciones generadas por unión de complemento. Por otra parte, en la figura 3 se pueden observar los esfuerzos generados en el elemento de fijación, se destaca el esfuerzo máximo localizado lógicamente cerca del agujero; sin embargo este valor obtenido es inferior a límite elástico del AISI 304. En la tabla 3 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el análisis del anillo.

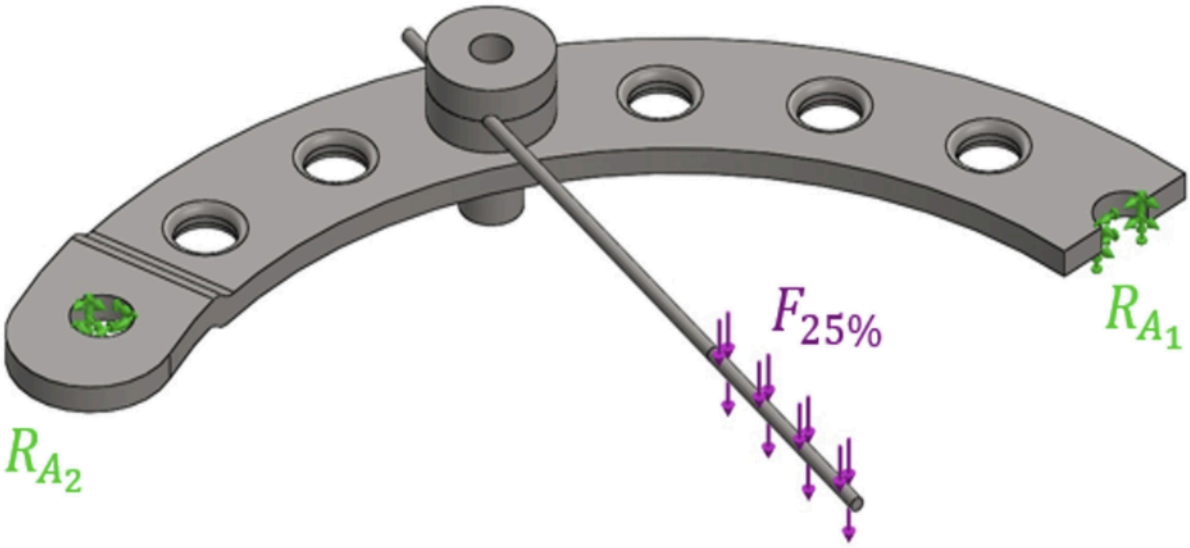


Fig. 2. Condiciones de contorno para el anillo

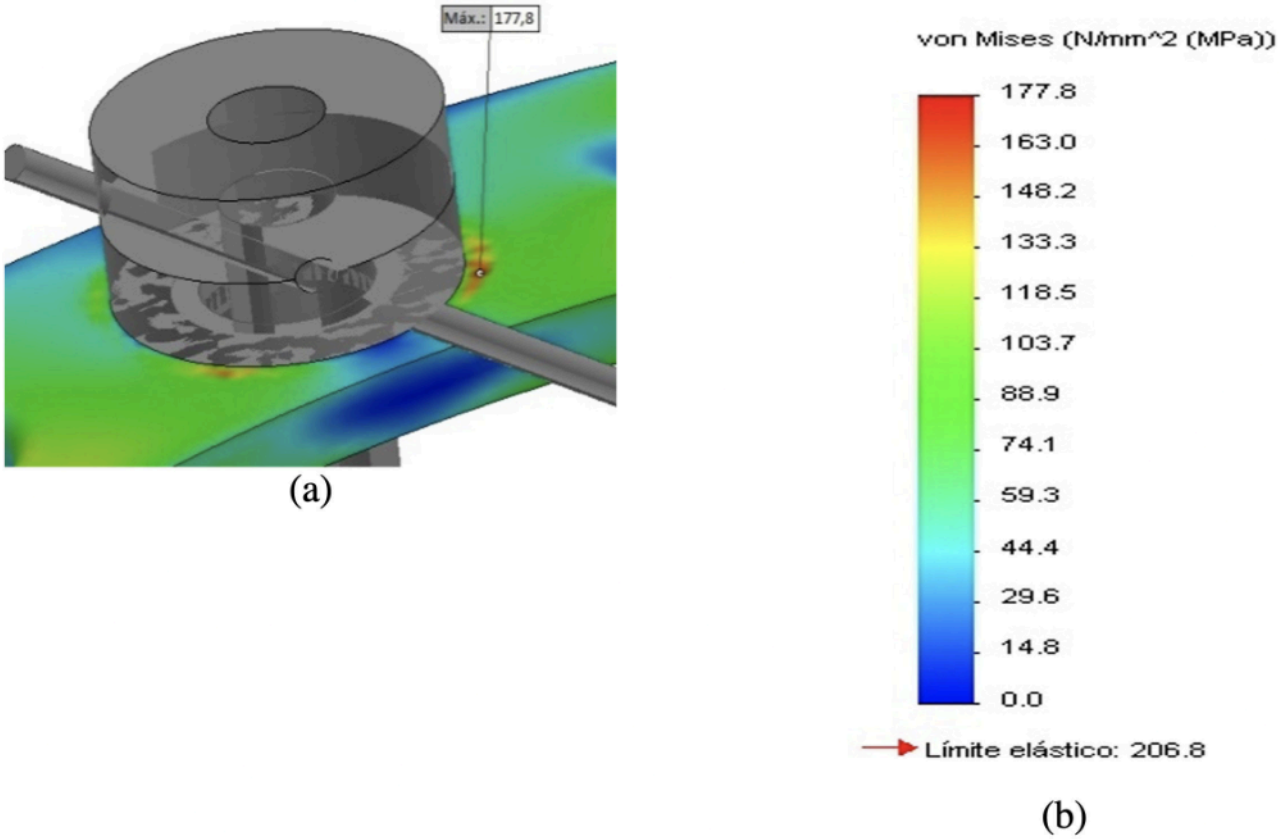


Fig. 3. Esfuerzos (MPa) generados en el Anillo, (a) Detalle de la zona más esforzada, (b) Esfuerzo de Von Mises.

Tabla 3. Resultados obtenidos de la simulación aplicada al anillo

Peso de la estructura (N)	Carga simulada	Número de elementos	Esfuerzo máximo	%Error
1,325	135	60344	177,8	4,72

Para simular de los módulos de fijación se restringe, mediante una relación de posición entre el cuerpo del módulo y la arandela de fijación, recreando las reacciones generadas entre ellas mediante la sujeción del prisionero, como también las reacciones existentes entre el cuerpo del módulo y la barra estabilizadora.

En la figura 4 se muestran las condiciones de carga sobre el módulo de fijación, aplicada en el extremo del clavo Schanz, donde F33% representa la carga aplicada y RM las restricciones generadas. En la figura 5 se presentan los esfuerzos generados en el elemento de fijación, en donde se aprecia el esfuerzo máximo localizado alrededor del agujero y con una magnitud de 73,3 MPa, que al igual que en el anillo es inferior al límite elástico del material. En la tabla 4 se presenta un resumen de los valores obtenido en el estudio realizado.

El área de la aplicación de la carga es de 2 cm2, debido a que es la profundidad usual en la que el clavo Schanz penetra y entra en contacto con el hueso.

La carga aplicada para los módulos de fijación es equitativa, por tanto, los esfuerzos estarán en función a una carga máxima de 180 N, lo que representa el 33% de la carga total. En la tabla 4 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el análisis del módulo de fijación.

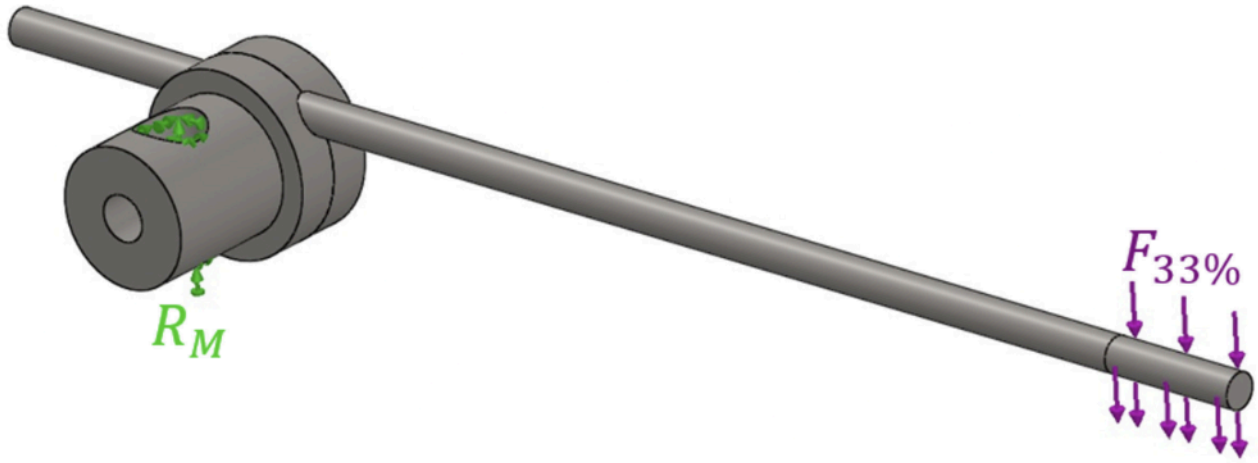


Fig. 4. Condiciones de contorno para el módulo de fijación.

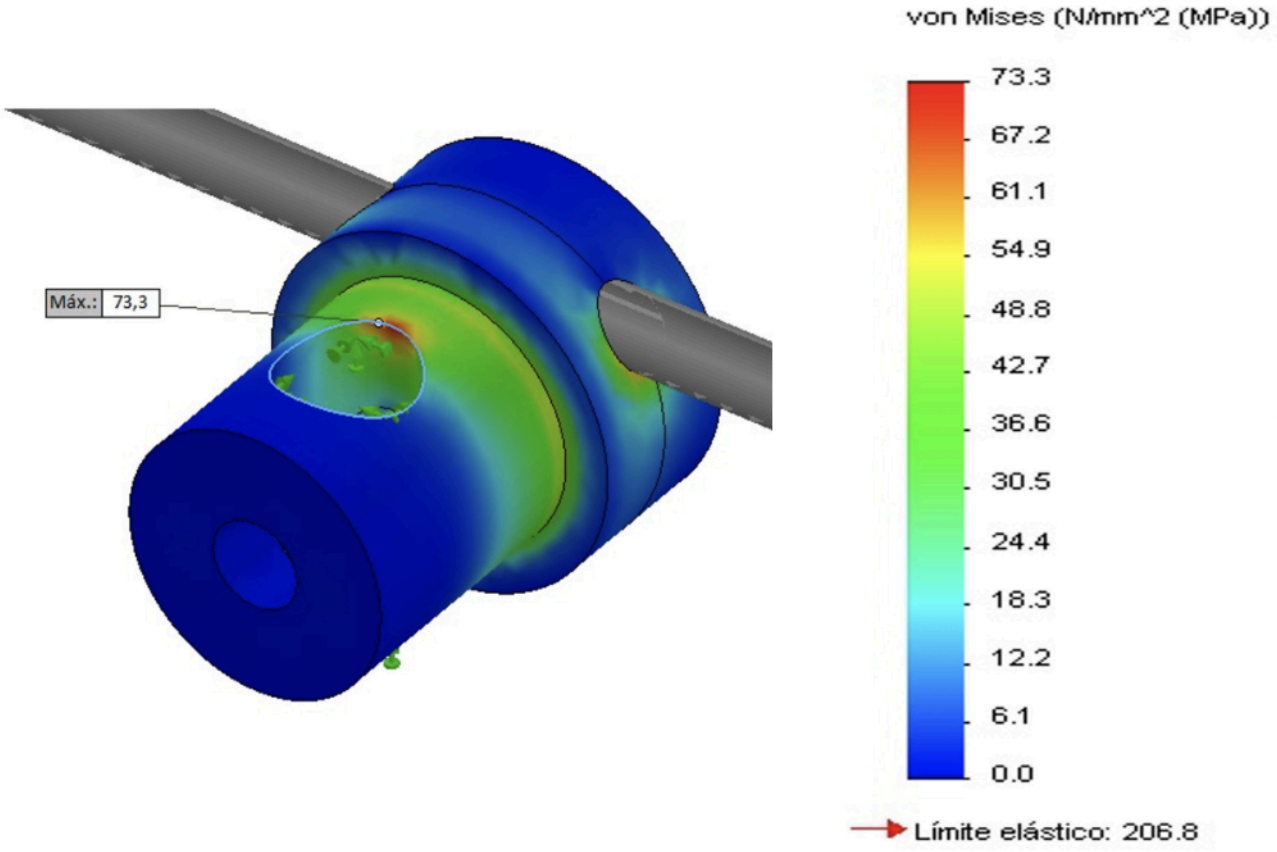


Fig. 5. Esfuerzos (MPa) generados en el módulo de fijación, (a) Detalle de la zona más esforzada, (b) Esfuerzo de Von Mises.

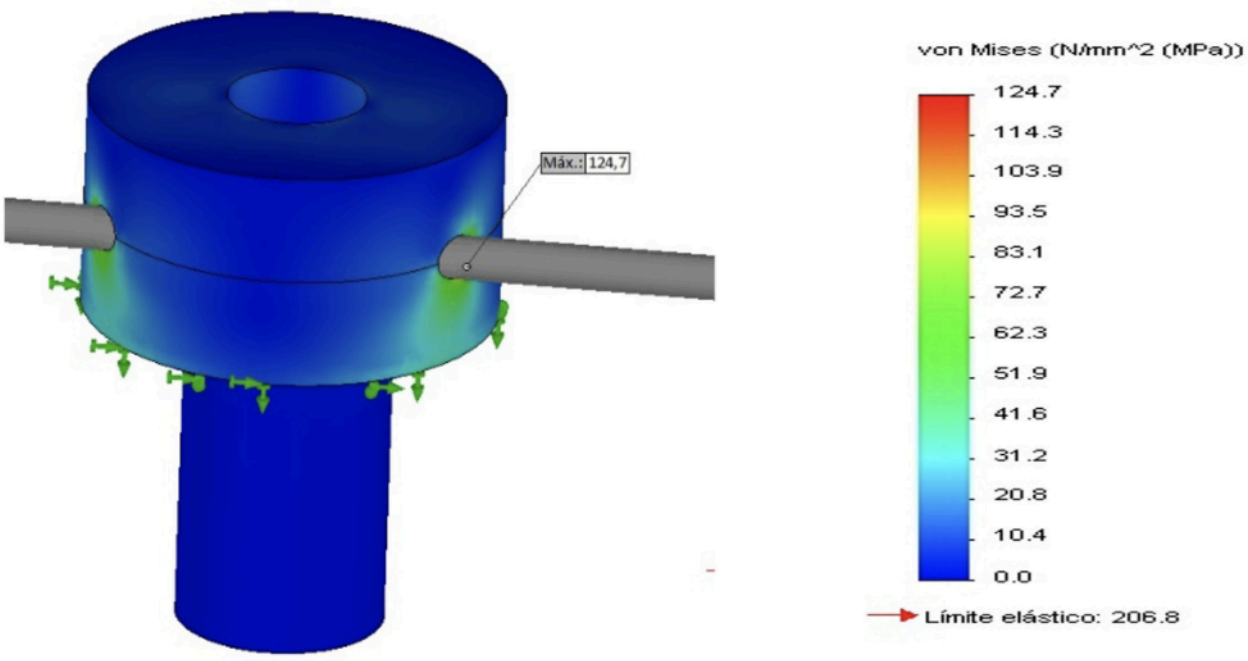
Tabla 4. Resultados obtenidos de la simulación del módulo de fijación.

Peso de la estructura (N)	Carga simulada	Número de elementos	Esfuerzo máximo	%Error
0,72	180	60342	73,3	4,08

En las torretas de fijación, el procedimiento en la simulación es similar al del módulo puesto que éstos presentan el mismo funcionamiento. En la figura 6 se muestran los resultados de las condiciones aplicadas a la torreta. La fuerza empleada para simular los esfuerzos en cada una de las torretas es del 25% de la fuerza máxima, partiendo de la condición de que la carga es soportada equitativamente entre las cuatro torretas, lo que representa 135 N. En la figura 7 se indican los resultados del campo de esfuerzos generados en las torretas de fijación, ubicándose el valor máximo cerca de los agujeros laterales. Finalmente, en la tabla 5 se muestra un resumen de los resultados obtenidos en el análisis de las torretas de fijación.



Fig. 6. Condiciones de contorno para las torretas de fijación.



(a) (b)

Fig. 6. Esfuerzos (MPa) generados en las torretas, (a) Detalle de la zona más esforzada, (b) Esfuerzo de Von Mises.

Tabla 5. Resultados obtenidos de la simulación del módulo de fijación.

Peso de la estructura (N)	Carga simulada	Número de elementos	Esfuerzo máximo	%Error
0,266	135	55874	124,7	2,56

Conclusiones y trabajos futuros

Se ha obtenido el diseño de un modelo menor a 3 kg como se había requerido, ergonómico y capaz, cumpliendo con las normativas sanitarias hospitalarias, garantizando su funcionabilidad y efectividad del mismo.

La simulación realizada al modelo propuesto se desarrolló empleando un programa basado en el método de elementos finitos. Se muestra el comportamiento, de los elementos que conforman el dispositivo, ante las cargas impuestas; comprobando en todos los casos que los esfuerzos máximos son inferiores al límite elástico del material seleccionado para la fabricación.

Según las condiciones crítica planteadas en el dispositivo, el factor de seguridad total es de 1,2; siendo este el mínimo entre los elementos evaluados.

Se pretende continuar con las fases posteriores, basadas en la construcción y las pruebas respectivas del dispositivo.

Referencias

[1] L. Galois, R. Belleville, and D. Mainard, "Técnicas de osteosíntesis de las fracturas diafisarias de la pierna del adulto," EMC - Técnicas Quirúrgicas - Ortopedia y Traumatología, vol. 7, no. 2, pp. 1–14, 2015, doi: https://doi.org/10.1016/S2211-033X(15)71272-7.

[2] S. Carlucci et al., "Rotura de la sindesmosis asociada a fracturas diafisarias de tibia de alta energía: serie de casos de una lesión habitualmente inadvertida," Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, 2021, doi: https://doi.org/10.1016/j.recot.2021.05.008.

[3] Y. Liu et al., "Management of high-energy tibial shaft fractures using the hexapod circular external fixator," BMC Surgery, vol. 21, no. 95, pp. 1–9, 2021, doi: 10.1186/s12893-021-01106-5.

[4] M. A. Meselhy, M. S. Singer, A. M. Halawa, G. A. Hosny, A. H. Adawy, and O. M. Essawy, "Gradual fibular transfer by ilizarov external fixator in post-traumatic and post-infection large tibial bone defects," Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery, vol. 138, no. 5, pp. 653–660, 2018, doi: 10.1007/s00402-018-2895-z.

[5] A. Bertani, L. Mathieu, F. Rongiéras, and F. Chauvin, "Fracturas de la pierna en adultos," EMC - Aparato Locomotor, vol. 9, no. 3, pp. 1–20, Sep. 2016.

[6] N. K. Patel, J. Horstman, V. Kuester, S. Sambandam, and V. Mounasamy, "Pediatric Tibial Shaft Fractures," Indian J Orthop, vol. 52, no. 5, pp. 522–528, 2018, doi: 10.4103/ortho.IJOrtho_486_17.

[7] H. M. Silva-Villegas, "Incidencia de fracturas abiertas de tibia en pacientes de 20 a 35 años del Hospital Dr. José María Vargas en el período 2015 – 2018," másVITA, Revista de Ciencias de la Salud, vol. 1, no. 3, pp. 1–7, Dec. 2019.

[8] B. Novoa-Sierra, V. Estrems-Diaz, X. Bertó-Martí, S. Fuentes-Real, and L. Hernandez-Ferrando, "Fracturas metafisarias de tibia distal: analisis comparativo de los resultados obtenidos mediante placa bloqueada y clavo intramedular," Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, pp. 1–8, 2022, doi: 10.1016/j.recot.2022.03.006.

[9] C. Salcedo Cánovas, "Alargamiento óseo tibial mediante fijación externa. Estudio comparativo entre la técnica tradicional y la asistida por clavo intramedular," Revista Española de Cirugía Ortopédica y Traumatología, vol. 62, no. 1, pp. 8–18, 2018, doi: https://doi.org/10.1016/j.recot.2017.10.003.

[10] A. H. Abdul Wahab, N. B. Wui, M. R. Abdul Kadir, and M. H. Ramlee, "Biomechanical evaluation of three different configurations of external fixators for treating distal third tibia fracture: Finite element analysis in axial, bending and torsion load," Computers in Biology and Medicine, vol. 127, p. 104062, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.compbiomed.2020.104062.

[11] M. P. Swords and B. Weatherford, "High-Energy Pilon Fractures: Role of External Fixation in Acute and Definitive Treatment. What are the Indications and Technique for Primary Ankle Arthrodesis?" Foot and ankle clinics, vol. 25, no. 4, pp. 523–536, 2020.

[12] A. Alhammoud, B. Maaz, G. A. Alhaneedi, and M. Alnouri, "External fixation for primary and definitive management of open long bone fractures: the Syrian war experience," International Orthopaedics, vol. 43, no. 12, pp. 2661–2670, 2019, doi: 10.1007/s00264-019-04314-0.

[13] R. Tian et al., "Prevalence and influencing factors of nonunion in patients with tibial fracture: systematic review and meta-analysis," Journal of Orthopaedic Surgery and Research, vol. 15, no. 377, pp. 1–16, 2020.

[14] K. K. Kani, J. A. Porrino, and F. S. Chew, "External fixators: looking beyond the hardware maze," Skeletal Radiol, vol. 49, no. 3, pp. 359–374, 2020.

[15] J. Martínez Ros, C. Salcedo Cánovas, and J. Molina González, "Tratamiento de las fracturas articulares de la tibia mediante fi jación externa," Mar. 2019.

[16] H. E. Boyer and T. L. Gall, "304 Stainless Steel." https://www.matweb.com/search/DataSheet.aspx?MatGUID=abc4415b0f8b490387e3c922237098da&ckck=1 (accessed Jun. 11, 2020).

[17] D. Ojeda, Biomecánica del miembro inferior. Valencia-Venezuela: Universidad de Carabobo, 2015.

Textile Industries Engineering





Textile and machine learning: A Bibliometric analysis

DOI : 10.53358/ideas.v4i1.697

Ana Umaquinga, Marco Naranjo Toro, Omar Godoy Collaguazo

Carrera de Ingeniería Textil, Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

acumaquinga@utn.edu.ec, mfnaranjo@utn.edu.ec, ovgodoy@utn.edu.ec

ABSTRACT.

In the present research, a bibliometric analysis of scientific pub-lications in the area of textile sciences from the area of machine learning is carried out. The search equation identifies as keywords (i) textile and (ii) machine learning from the scopus database, obtaining as initial result 308 publications, being 281 the final publications to be studied from 1991 to 2022. The bibliometric analysis was carried out using bibliometrix and VOS Viewer, showing the growing interest of the scientific community and au-thors in this area of research.

Keywords: Textile machine learning, bibliometric analysis, bibliometrix, VosViewer.

Introduction

Machine learning techniques have made it possible to optimize the time and ac-curacy of operations in industrial, business and academic environments, among others. Bibliometric analysis evidences the growing interest in auto-mathematical learning in the textile industry [2] [3] [4–12], algorithms that study and detect fibers in images [13], among others.

This research is based on the bibliometric analysis methodology proposed by [1] for the analysis of bibliographic interest in the proposed topic of study. Section 2 presents the methodology consisting of the identification of key words, selection of publications to be analyzed that meet the key words to perform the respective bibliometric analysis, which allows establishing the main conclusions of the study.

2 Research methodology and Statistics

2.1 Key words

In this research, the following combination of keywords (i) textile, and (ii) machine learning TITLE-ABS-KEY ("textile" AND "machine learning") is selected

2.2 Initial results and selection results

The selected the scopus bibliographic database and selected the combination "ti-tle, abstract, keywords", the initial search considered the fields TITLE-ABS-KEY ("textile" AND "machine learning") obtaining 308 results. Of these, 27 records were eliminated as they did not correspond to articles but to summary information of the proceedings. Table 1 shows the details of the information obtained.

Table 1 Main information about data

Description	Initial Results	Final Results
MAIN INFORMATION ABOUT DATA		
Timespan	1991:2022	1991:2022
Sources (Journals, Books, etc)	217	209
Documents	308	281
Average years from publication	3.27	3.33
Average citations per documents	8.37	9.174
Average citations per year per doc	1.882	2.062
References	1	1
DOCUMENT TYPES		
article	146	146
book chapter	4	3
conference paper	112	112
conference review	26	0
editorial	1	1
letter	1	1
review	18	18
DOCUMENT CONTENTS		
Keywords Plus (ID)	0	0
Author's Keywords (DE)	0	0
AUTHORS		
Authors	1077	1076
Author Appearances	1274	1247
Authors of single-authored documents	10	9
Authors of multi-authored documents	1067	1067
AUTHORS COLLABORATION		
Single-authored documents	36	0.261
Documents per Author	0.286	3.83
Authors per Document	3.5	4.44
Co-Authors per Documents	4.14	3.92

Statistics data

The top 20 publications per year are identified. Table 2 presents the detail of publications by year (see Table 8 in the list of abbreviations).

Table 2 Top 20 publicaciones por año

Source	Publication for year																														
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Total
LNCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	3	0	9
SS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2	2	0	0	7
CICAIS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	1	6
ACM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	1	1	0	5
AIISAC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	2	0	0	5
CPA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	2	5
S	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	5
EAOAI	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4
JOPCS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	4
IEEEJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	3
POS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	3
PIEEE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	3
AEJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
ACH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
CS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
ESWA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
FATIE E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2
ICMI	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
IEEEA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2
IEEEJO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
IEEES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2

While the number of publications per year shows that there is an increase in interest from 1991 to 2022, and with greater and clearer interest from 2016 on-wards, with the highest year of publication being 2021. The Annual Scientific Pro-duction increase with a Growth Rate: 18.52% (See Table 3. and Figure 1).

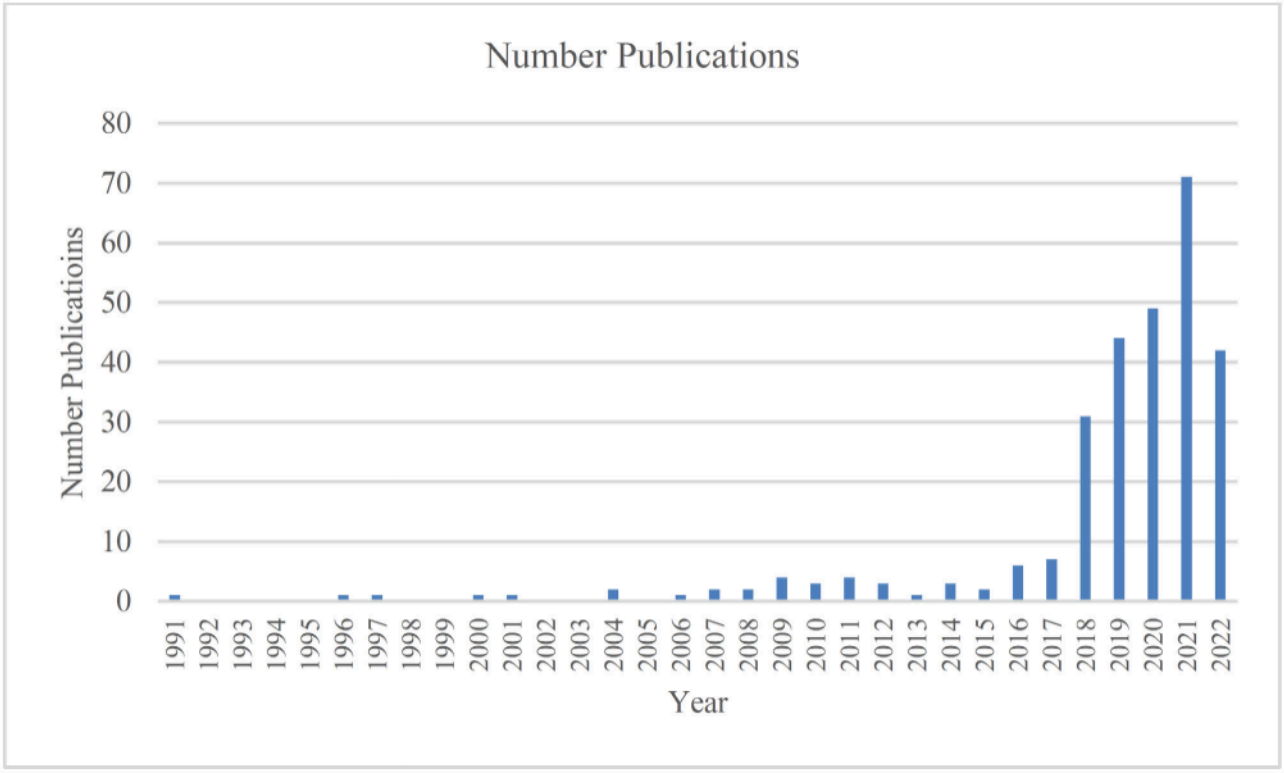


Figure 1 publications per year

Table 3 Articles per year

Year	Articles	Year	Articles
2021	71	2012	3
2020	49	2014	3
2019	43	2004	2
2022	42	2007	2
2018	31	2008	2
2017	7	2015	2
2016	6	1991	1
2009	4	1996	1
2011	4	1997	1
2010	3	2000	1

Data analysis

For the bibliometric analysis, the open source bibliometrix tool based on the R programming language with the biblioshiny package was selected to allow scien-tific mapping. [15] [16] [17]

Bibliometric analysis

Journal publications

The sources with the highest number of publications are (i) Lecture Notes In Computer Science (Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformatics) with 13 publications, (ii) Advances In In-telligent Systems And Computing con with 8 publications, (iii) Communications In Computer And Information Science with 7 publications, (iv) Sensors (Switzerland) with 7 publications, (v) ACM International Conference Proceeding Series with 6 publications. (See Table 4)

Table 4 Journal publications

Sources	Articles
Lecture Notes In Computer Science (Including Subseries Lecture Notes In Artificial Intelligence And Lecture Notes In Bioinformat-ics)	13
Advances In Intelligent Systems And Computing	8
Communications In Computer And Information Science	7
Sensors (Switzerland)	7
Acm International Conference Proceeding Series	6
Lecture Notes In Networks And Systems	6
Composites Part A: Applied Science And Manufacturing	5
Journal Of Physics: Conference Series	5

Sensors	5
Engineering Applications Of Artificial Intelligence	4
Ieee Journal Of Biomedical And Health Informatics	3
Ifip Advances In Information And Communication Technology	3
Lecture Notes In Electrical Engineering	3
Proceedings Of Spie - The International Society For Optical Engi-neering	3
Proceedings Of The Ieee Ras And Embs International Conference On Biomedical Robotics And Biomechatronics	3
Alexandria Engineering Journal	2
Analytical Chemistry	2
Composite Structures	2
Expert Systems With Applications	2
Fibres And Textiles In Eastern Europe	2
Icmi 2018 - Proceedings Of The 2018 International Conference On Multimodal Interaction	2
Ieee Access	2
Ieee Journal Of Translational Engineering In Health And Medicine	2
Ieee Sensors Journal	2
International Journal Of Clothing Science And Technology	2
Iop Conference Series: Materials Science And Engineering	2
Journal Of Ambient Intelligence And Humanized Computing	2
Journal Of Natural Fibers	2
Journal Of The Textile Institute	2
Lecture Notes In Mechanical Engineering	2
Materials	2
Mechatronic Systems And Control	2
Nano Energy	2
Procedia Manufacturing	2
Proceedings Of The Annual International Conference Of The Ieee Engineering In Medicine And Biology Society Embs	2
Research Journal Of Textile And Apparel	2
Science Of The Total Environment	2
Security And Communication Networks	2
Sensys 2021 - Proceedings Of The 2021 19th Acm Conference On Embedded Networked Sensor Systems	2
Textile Research Journal	2

Most relevant authors and Most Global Cited Documents

Among the authors with the most publications in the area are (i) Menon C with 9 publications, (ii) Kumar A. with 6 publications and Gholami M with 5 publications (See Table 5 and Figure 2).

Table 5 Top 10 relevant authors

Authors	Articles	Articles Fracti-onalized
MENON C	9	2.42
KUMAR A	6	1.64
GHOLAMI M	**5**	1.05
RANDHAWA P	5	1.50
REZAEI A	**5**	1.18
BIRANT D	**4**	1.42
CUTHBERT TJ	**4**	0.85
EJUPI A	**4**	1.23
KÄRGER L	**4**	1.00
LI J	**4**	0.73
SHANTHAGIRI V	**4**	1.17
XU J	**4**	0.47
ZHANG J	**4**	0.76
ZHAO X	**4**	0.64
ZIMMERLING C	**4**	1.00
BOULLART L	**3**	1.33
CAO L	**3**	0.38
CHEN J	**3**	0.39
CORTEZ P	**3**	0.43

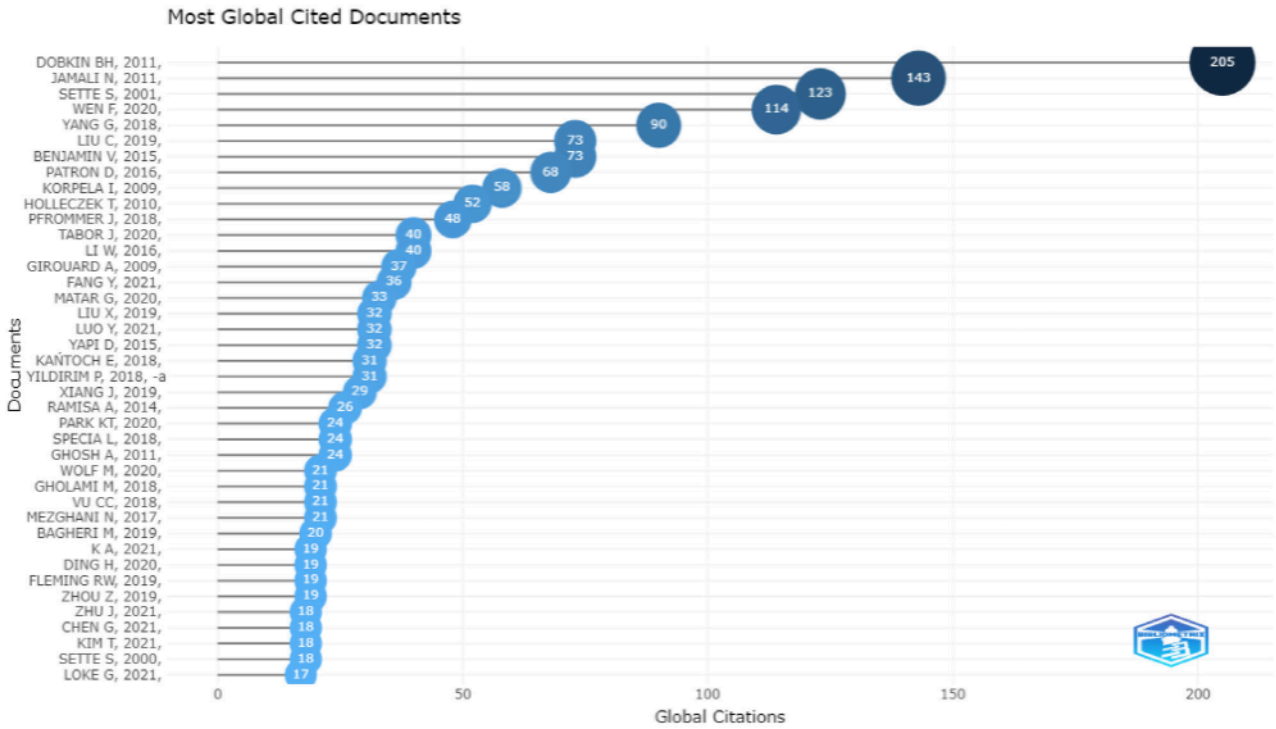


Figure 2 Most global cited documents

Top authors production over time

Publications over time by author are shown in (Figure 3 and Table 6). there is evi-dence of a continuity of publications from 2018 to 2022 from the main authors (i) Menon C., (ii) Kumar A., (iii) Gholami M., (iv) Randhawa P.

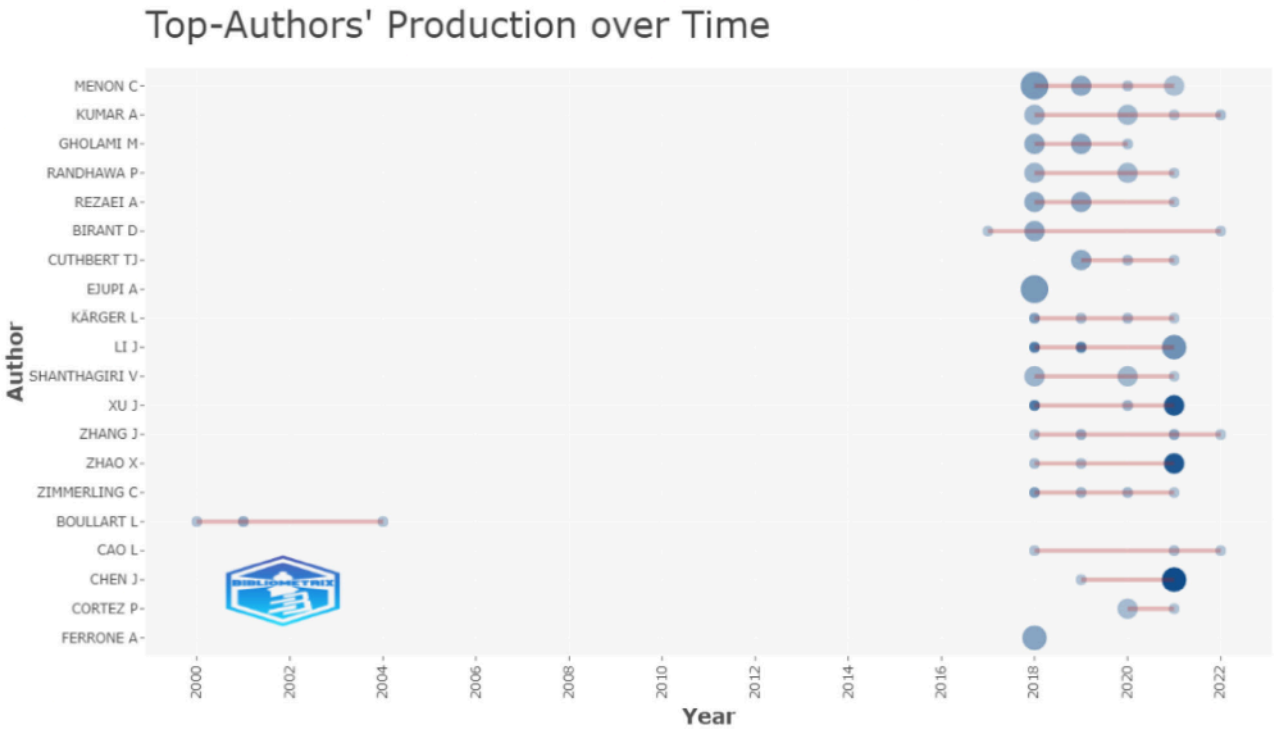


Figure 3 Top-Author Production over time

Table 6 Publication for year

Author	year	freq	TC	TCpY
BIRANT D	2017	1	3	0.5
0BIRANT D	2018	2	34	6.8
BIRANT D	2022	1	0	0
BOULLART L	2000	1	18	0.783
BOULLART L	2001	1	123	5.591
BOULLART L	2004	1	8	0.421
CAO L	2018	1	3	0.6
CAO L	2021	1	3	1.5
CAO L	2022	1	0	0
CHEN J	2019	1	1	0.25
CHEN J	2021	3	59	29.5
CORTEZ P	2020	2	6	2
CORTEZ P	2021	1	0	0
CUTHBERT TJ	2019	2	28	7
CUTHBERT TJ	2020	1	6	2
CUTHBERT TJ	2021	1	1	0.5
EJUPI A	2018	4	52	10.4
FERRONE A	2018	3	39	7.8
GHOLAMI M	2018	2	33	6.6
GHOLAMI M	2019	2	28	7

Author Local Impact

In terms of author local impact, the author, Menon leads the impact with an h-index 6, Gholami M h-index 5, as well as Ejupi A h-index 4 (See Figure 4 and Table 7).

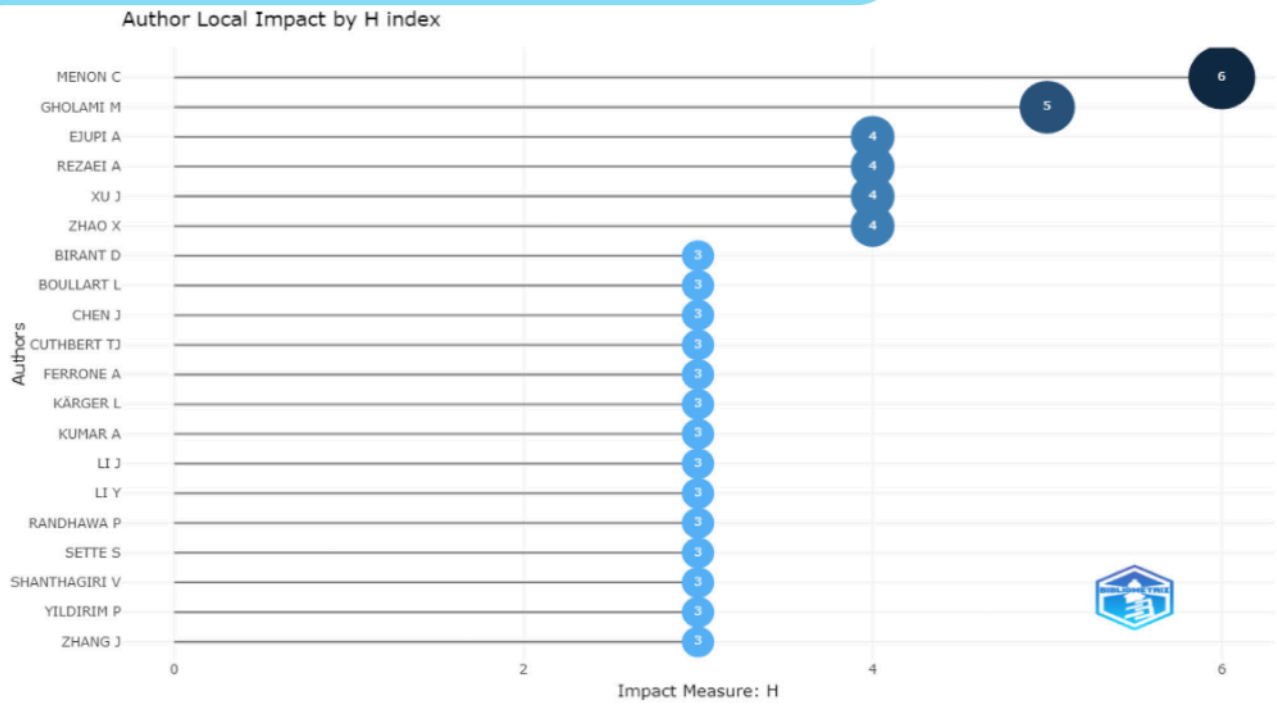


Figure 4 Author local impact

Table 7 Authors publication h-index g-index

Element	h_in-dex	g_in-dex	m_in-dex	TC	NP	PY_start
MENON C	6	9	1.2	88	9	2018
GHOLAMI M	5	5	1	67	5	2018
EJUPI A	4	4	0.8	52	4	2018
REZAEI A	4	5	0.8	62	5	2018
XU J	4	4	0.8	155	4	2018
ZHAO X	4	4	0.8	68	4	2018
BIRANT D	3	3	0.5	37	3	2017
BOULLART L	3	3	0.13	149	3	2000
CHEN J	3	3	1.5	59	3	2021
CUTHBERT TJ	3	4	0.75	35	4	2019
FERRONE A	3	3	0.6	39	3	2018
KÄRGER L	3	3	0.6	69	3	2018
KUMAR A	3	5	0.6	30	5	2018
LI J	3	3	0.6	168	3	2018
LI Y	3	3	1.5	55	3	2021
RANDHAWA P	3	4	0.6	28	4	2018
SETTE S	3	3	0.13	149	3	2000
SHANTHAGIRI V	3	4	06	28	4	2018
YILDIRIM P	3	3	05	37	3	2017
ZHANG J	3	3	0.6	41	3	2018

In the Density visualization graph provides an overview, 1 cluster with 3 authors is identified with the resulting main author connections Menon C. Glolami M., Re-zaei A. (See Figure 5 and Figure 6).

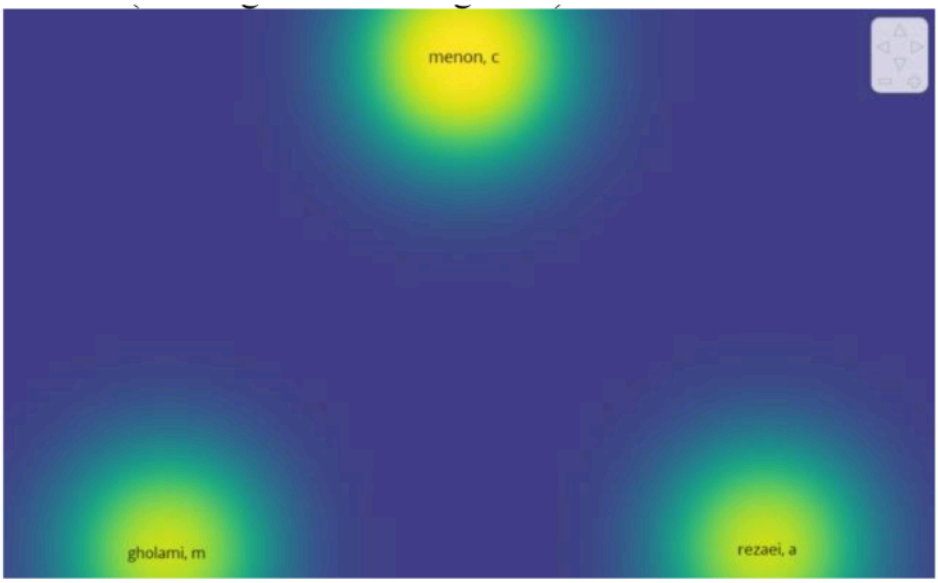


Figure 5 Density visualization



Figure 6 network authors.

Conclusion

This bibliometric research presents an exploratory and quantitative analysis of the scientific production of the application of machine learning techniques in the textile industry from 1991 to 2022. The Bibliometric study describes the principal information about journals, authors, citations, networks, in order to identify the main authors who have contributed to this area as a first approach to this topic of study.

Appendix

Table 8 Events / journals Acronym

Acronym	Descriptions
LNCS	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENC
SS	SENSORS (SWITZERLAND)
CICAIS	COMMUNICATIONS IN COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE
ACM	ACM INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDING SERIES
AIISAC	ADVANCES IN INTELLIGENT SYSTEMS AND COMPUTING
CPA	COMPOSITES PART A: APPLIED SCIENCE AND MANUFACTURING
S	SENSORS
EAOAI	ENGINEERING APPLICATIONS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE
JOPCS	JOURNAL OF PHYSICS: CONFERENCE SERIES
IEEEJ	IEEE JOURNAL OF BIOMEDICAL AND HEALTH INFORMATICS
POS	PROCEEDINGS OF SPIE - THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICAL ENGINEERING
PIEEE	PROCEEDINGS OF THE IEEE RAS AND EMBS INTERNATIONAL CONFERENCEONBIOMEDICALROBOTICSANDBIOMECHATRONICS
AEJ	ALEXANDRIA ENGINEERING JOURNAL
ACH	ANALYTICAL CHEMISTRY
CS	COMPOSITE STRUCTURES
ESWA	EXPERT SYSTEMS WITH APPLICATIONS
FATIEE	FIBRES AND TEXTILES IN EASTERN EUROPE
ICMI	ICMI 2018 - PROCEEDINGS OF THE 2018 INTERNATIONAL CONFERENCE ON MULTIMODAL INTERACTION
IEEEA	IEEE ACCESS
IEEEJO	IEEE JOURNAL OF TRANSLATIONAL ENGINEERING IN HEALTH AND MEDICINE
IEEES	IEEE SENSORS JOURNAL
IJOCSAT	INTERNATIONAL JOURNAL OF CLOTHING SCIENCE AND TECHNOLOGY
IOP	IOP CONFERENCE SERIES: MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING

JOAIAHC	JOURNAL OF AMBIENT INTELLIGENCE AND HUMANIZED COMPUTING
JONF	JOURNAL OF NATURAL FIBERS
JOTTI	JOURNAL OF THE TEXTILE INSTITUTE
LNIME	LECTURE NOTES IN MECHANICAL ENGINEERING
LNINAS	LECTURE NOTES IN NETWORKS AND SYSTEMS
M	MATERIALS
MSAC	MECHATRONIC SYSTEMS AND CONTROL
NE	NANO ENERGY

References

1. Mishra, D., Gunasekaran, A., Papadopoulos, T., Childe, S.J.: Big Data and supply chain management: a review and bibliometric analysis. Ann. Oper. Res. 270, 313–336 (2018). https://doi.org/10.1007/S10479-016-2236-Y/TABLES/10.

2. Arora, S., Majumdar, A.: Machine learning and soft computing applications in textile and clothing supply chain: Bibliometric and network analyses to delineate future research agenda. Expert Syst. Appl. 200, 117000 (2022). https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117000.

3. Giannopoulou, E., Baquero, P., Warang, A., Est vez, A.T.: Computational workflow for segmented shell structures: An ANN approach for fabrication efficiency. In: IASS Symposium 2019 - 60th Anniversary Symposium of the International Association for Shell and Spatial Structures; Structural Membranes 2019 - 9th International Conference on Textile Composites and Inflatable Structures, FORM and FORCE. pp. 2653–2660 (2019).

4. Bobin, M., Amroun, H., Coquillart, S., Bimbard, F., Ammi, M.: SVM based approach for the assessment of elbow flexion with smart textile sensor. In: 2017 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, SMC 2017. pp. 2129–2134 (2017). https://doi.org/10.1109/SMC.2017.8122934.

5. Cao, L., Tao, W., An, S., Jin, J., Yan, Y., Liu, X., Ge, W., Sah, A., Battle, L., Sun, J., Chang, R., Westover, B., Madden, S., Stonebraker, M.: Smile: A system to support machine learning on EEG data at scale. In: Proceedings of the VLDB Endowment. pp. 2230–2241 (2018). https://doi.org/10.14778/3352063.3352138.

6. Chakraborty, S., Hoque, M.S., Jeem, N.R., Biswas, M.C., Bardhan, D., Lobaton, E.: Fashion recommendation systems, models and methods: A review. Informatics. 8, (2021). https://doi.org/10.3390/informatics8030049.

7. Chang, R.-I., Lee, C.-Y., Hung, Y.-H.: Cloud-based analytics module for predictive maintenance of the textile manufacturing process. Appl. Sci. 11, (2021). https://doi.org/10.3390/app11219945.

8. Chen, G., Zhao, X., Andalib, S., Xu, J., Zhou, Y., Tat, T., Lin, K., Chen, J.: Discovering giant magnetoelasticity in soft matter for electronic textiles. Matter. 4, 3725–3740 (2021). https://doi.org/10.1016/j.matt.2021.09.012.

9. Chen, M., Tsang, H.S., Tsang, K.T., Hao, T.: An Hybrid Model CMR-Color of Automatic Color Matching Prediction for Textiles Dyeing and Printing. Commun. Comput. Inf. Sci. 1449, 603–618 (2021). https://doi.org/10.1007/978-981-16-5188-5_43.

10. Chen, S.-H., Lin, W.-H.: Determination of an optimal pipeline for imbalanced classification: Predicting potential customer complaints to a textile manufacturer. Int. J. Ind. Eng. Theory Appl. Pract. 27, 810–823 (2020).

11. Cherif, N., Ouakrim, Y., Benazza-Benyahia, A., Mezghani, N.: Physical activity classification using a smart textile. In: 2018 IEEE Life Sciences Conference, LSC 2018. pp. 175–178 (2018). https://doi.org/10.1109/LSC.2018.8572280.

12. Choudhury, D., Bhattacharya, A.: Weighted-guided-filter-Aided texture classification using recursive feature elimination-based fusion of feature sets. In: 2015 IEEE International Conference on Computer Graphics, Vision and Information Security, CGVIS 2015. pp. 126–130 (2016). https://doi.org/10.1109/CGVIS.2015.7449906.

13. Shahrabadi, S., Castilla, Y., Guevara, M., Magalh es, L.G., Gonzalez, D., Ad o, T.: Defect detection in the textile industry using image-based machine learning methods: A brief review. In: Journal of Physics: Conference Series (2022). https://doi.org/10.1088/1742-6596/2224/1/012010.

14. Pang, Y., Xu, X., Chen, S., Fang, Y., Shi, X., Deng, Y., Wang, Z.-L., Cao, C.: Skin-inspired textile-based tactile sensors enable multifunctional sensing of wearables and soft robots. Nano Energy. 96, (2022). https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2022.107137.

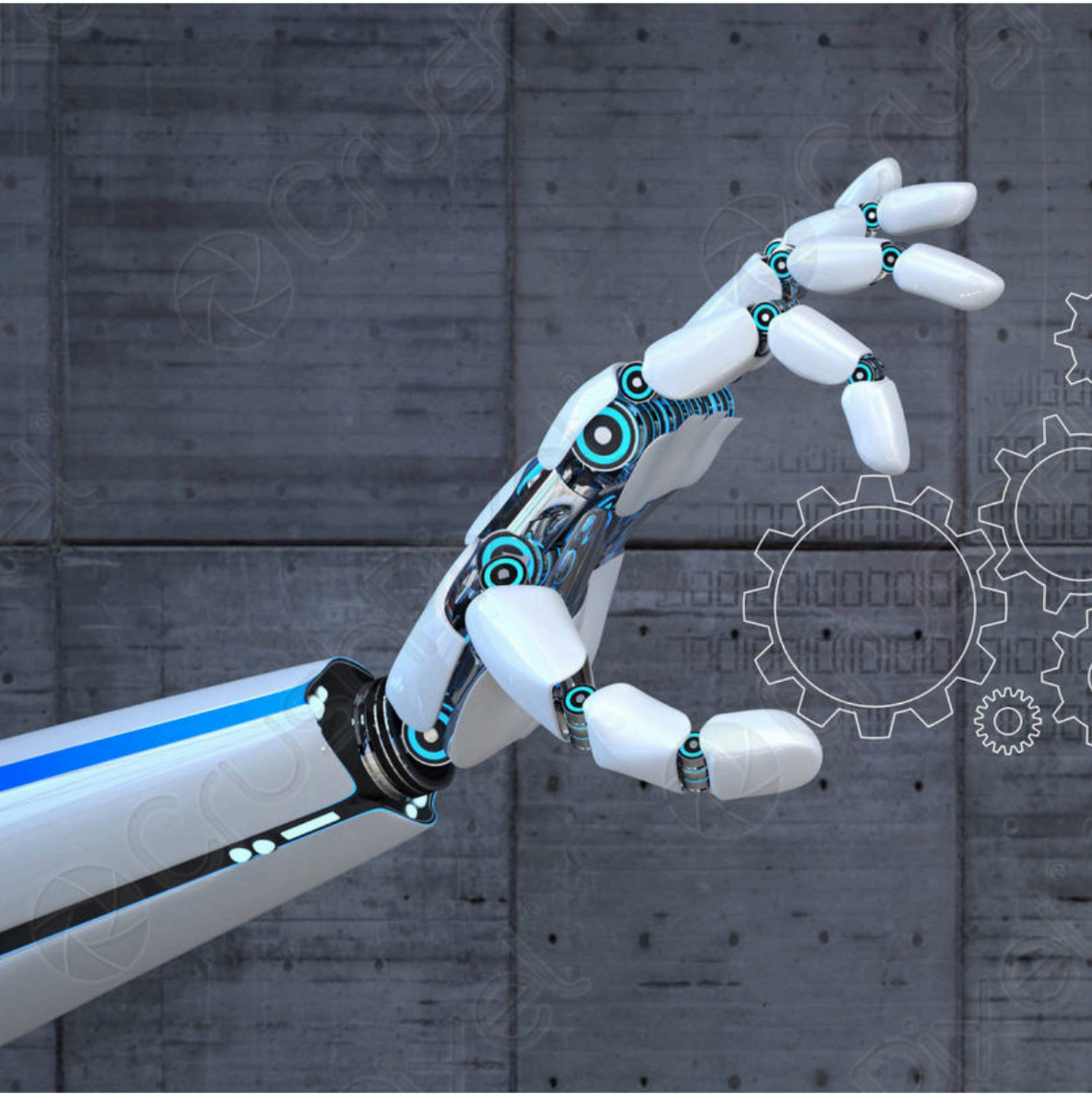
15. Aria, M., Cuccurullo, C.: bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. J. Informetr. 11, 959–975 (2017). https://doi.org/10.1016/J.JOI.2017.08.007.

16. Moral-Mu oz, J.A., Herrera-Viedma, E., Santisteban-Espejo, A., Cobo, M.J.: Software tools for conducting bibliometric analysis in science: An up-to-date review. Prof. la Inf. 29, (2020). https://doi.org/10.3145/EPI.2020.ENE.03.

17. Linnenluecke, M.K., Marrone, M., Singh, A.K.: Conducting systematic literature reviews and bibliometric analyses. Aust. J. Manag. 45, 175–194 (2020). https://doi.org/10.1177/0312896219877678.

Mechanical, Mechatronics, Vehicle and Materials Engineering





Caracterización de la microcuenca hidrográfica Tena en el Oriente Ecuatoriano basada en análisis de percepciones y morfometría



DOI : 10.53358/ideas.v4i1.699

Johanna Angamarca[1], Ramiro Morocho[1], Silvana Fonseca[1]
[1] Área Biológica y Biomédica, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL),
San Cayetano Alto - Loja

jaangamarca@utpl.edu.ec, jrmorocho@utpl.edu.ec, slfonseca@utpl.edu.ec

RESUMEN

El presente estudio se desarrolló un diagnóstico y caracterización morfométrica, física y socioeconómica de la microcuenca Tena, ubicada en la parroquia San Juan de Muyuna, cantón Tena, provincia de Napo. Se obtuvo la percepción sobre la calidad, cantidad y agua y el manejo de la microcuenca mediante una entrevista aplicada a actores involucrados. El análisis de percepciones permitió conocer el estado y problemática de la microcuenca relacionados con temáticas como el crecimiento poblacional, disposición inadecuada de los residuos sólidos, vertido de aguas residuales y contaminación del agua por residuos de pesticidas. Con estas observaciones se diseñó una propuesta orientada a la conservación y aprovechamiento sostenible por medio de varios programas que permitirán asegurar la provisión de agua.

Palabras Clave: microcuenca hidrográfica, río Napo, percepciones socioambientales, análisis morfométrico.

Introducción

El paradigma actual de la gestión del agua a nivel mundial incluye la gestión integrada de recursos hídricos (GIRH) que se muestra de modo explícito en políticas nacionales y regionales. Este modelo busca orientar el desarrollo de políticas públicas en materia de recursos hídricos, a través de una conciliación entre el desarrollo económico y social y la protección de los ecosistemas. (Martínez & Villalejo, 2018). [1]

La gestión de los recursos hídricos debe tomar en cuenta el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y del carácter perenne del recurso para satisfacer y conciliar las necesidades de agua en las actividades humanas. El aprovechamiento y el uso de los recursos hídricos ha de dar prioridad a la satisfacción de las necesidades básicas y a la protección de los ecosistemas (FAO, 2009) [2]

Las microcuencas hidrográficas del Ecuador en general se encuentran en un estado de degradación avanzada, debido a la acción antrópica particularmente sobre el suelo y la cubierta vegetal (Muñoz, 2011) [3]. Esto refleja de forma indirecta un estatus socioeconómico de la población rural profundamente deprimida. La pobreza es una constante en las cuencas ambientalmente frágiles o severamente degradadas. El ciclo "pobreza presión sobre los recursos naturales-degradación ambiental-pobreza", determina una serie de fenómenos que se conceptúan genéricamente como "degradación ambiental". Estos fenómenos incluyen entre otros, pérdida de la capacidad productiva de los suelos, erosión, contaminación, alteración del régimen hídrico. Las condiciones descritas previamente hacen imposible la supervivencia del hombre en el campo y adviene como resultado la migración a las ciudades (Muñoz, 2011) [3].

La microcuenca del río Tena tiene una gran importancia para la ciudad de Tena y sus alrededores. Esto implica intensa actividad en las riberas, esto, sumado al acelerado aumento de la población en los últimos años, la deforestación, el aumento de áreas agrícolas y ganaderas y una mínima preocupación de las autoridades, han generado una alta presión sobre los recursos naturales de esta microcuenca (Gutiérrez, 2011) [4]. La degradación del

agua en la microcuenca Tena está relacionada con la eliminación de desechos sólidos y aguas residuales sin ningún tratamiento a los ríos de la microcuenca (GAD Tena, 2014) [5].

En el presente trabajo se realizó el análisis de la percepción de los actores involucrados en la gestión de la microcuenca rio Tena del cantón Tena. La percepción es un proceso en el que se selecciona y extrae información relevante para la generación de un estado de claridad y lucidez consciente. Este estado permite el desempeño racional y coherente con la realidad circundante (Oviedo, 2004) [6]. También se puede entender a la precepción como el reflejo de la conciencia del ser humano, acerca los objetos o fenómenos, que al actuar directamente en el medio ambiente y sobre los sentidos, ocurren la regulación y unificación de las sensaciones aisladas en reflejos integrales de cosas y acontecimientos (Alea, 2005) [7]. Para el presente análisis se entiende la percepción como un acto complejo de naturaleza cognitiva mediante el cual el ser humano aprende la realidad. (Coon, 2005) [8]. La función que cumple la percepción es la de interpretar las sensaciones, de tal forma que el individuo se relacione con el mundo exterior de acuerdo con las condiciones ambientales del lugar donde habita (Vargas, 2016) [9]. Este proceso funciona gracias a que una serie de factores se estructuran de manera tal que permiten que la información recibida pueda ser interpretada (Fernández, 2008) [10].

Existen diferentes formas en las que el ser humano percibe el entorno. Así, existen diferentes tipos de percepciones relacionadas a lo social, sensorial y extrasensorial (Maldonado, 2015) [11].

El análisis de la percepción ambiental es importante porque comprende el proceso de conocer el ambiente físico inmediato a través de los sentidos. El conocimiento ambiental en cambio aborda el almacenamiento, la organización y la reconstrucción de imágenes basadas en características ambientales que no son perceptibles a través de los sentidos en el momento de la observación. En la precepción ambiental también interviene la interpretación en cuanto a actitud del observador respecto del ambiente. Estas actitudes pueden entenderse como sensaciones o sentimientos favorables o desfavorables desde el observador hacia las características del ambiente físico [12].

Todo lo anteriormente expuesto hace posible la comprensión del origen de las relaciones que se establecen entre el observador o habitante, con el medio ambiente. La investigación sobre las percepciones ambientales proporciona elementos para comprender los alcances de la educación ambiental [13]. Así, existen varias teorías que explican cómo los seres humanos perciben el ambiente natural con base en actitudes y comportamientos [14].

Se define el manejo de cuencas hidrográficas como la administración, gestión y regulación de todos los recursos disponibles de la cuenca, para producción de agua, control de la erosión, regulación de los flujos y control de torrentes y avenidas, por eso los planes de manejo de cuencas (Muñoz, 2011) [3]. Según la Asamblea Nacional del Ecuador, la autoridad única del Agua es responsable de la gestión integrada e integral de los recursos hídricos. Esta gestión deberá realizarse con un enfoque ecosistémico y por cuenca o sistemas de cuencas hidrográficas. Todo este proceso será coordinado con los diferentes entes niveles de gobierno según sus ámbitos de competencia (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008) [15].

En lo referente a la gestión de calidad y cantidad del agua en el Ecuador, el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica establece lineamientos de tipo técnico para su gestión, conservación y recuperación. (MAAE, 2016) [16]. Esto se sustenta en el Art. 411 de la Constitución de la República en donde se establece que el Estado regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, especialmente en las fuentes y zonas de recarga.

En el presente trabajo se realizó un análisis de percepción de los actores involucrados en la gestión de la microcuenca rio Tena bajo tres ámbitos: calidad, cantidad de agua y manejo, además de la caracterización morfométrica. Se sistematizó información secundaria, se levantó información primaria para el análisis de resultados.

Materiales y métodos

Área de estudio

La microcuenca Tena se encuentra localizada en la vertiente oriental de la Cordillera de los Guacamayos (Fig. 1), la misma que forma parte de las estribaciones orientales de la Cordillera Real de los Andes dentro de los siguientes límites geográficos: norte con la microcuenca rio Inchillaqui y microcuenca s/n, sur con la microcuenca rio Pano, al este con la microcuenca Inchillaqui y drenajes menores, y al oeste con la microcuenca Quilloyacu y Pano (GAD Tena, 2014) [5].

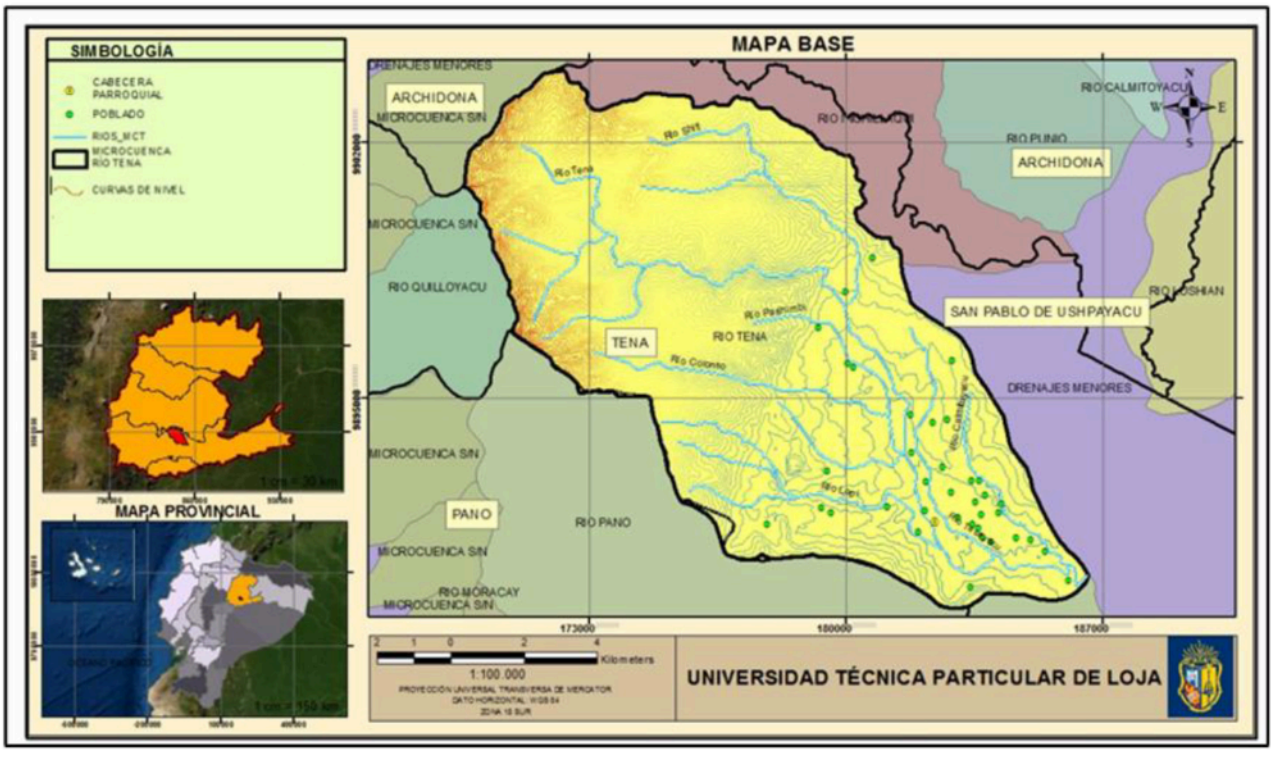


Fig. 1. Mapa de la microcuenca Tena. QGIS (2021)

Referente al sistema hidrográfico nacional, esta zona se enmarca en el sistema hídrico Amazónico, en la cuenca del río Napo, subcuenca del río Misahuallí (SENAGUA, 2009) [17].

Metodología

Análisis de percepciones

El primer proceso es el análisis de percepciones de los actores involucrados en la microcuenca hidrográfica Tena, respecto al manejo, cantidad y calidad del agua. Se realizó la identificación de actores claves, la evaluación de posibles modelos organizativos, la importancia e influencia que estos tienen sobre el territorio y sobre los programas y proyectos que en él se pretendan realizar (Tapella, 2007) [18].

La identificación de actores en este trabajo se realizó desde dos dimensiones metodológicas congruentes y complementarias (Urrutia, 2004) [19]:

- "Esfera de acción" de quienes participan en la organización de la sociedadque componen.
- "Enfoque de influencia" que los distintos actores tienen en la cuenca, denominado: Análisis Social.

Esta metodología conocida como CLIP, permite caracterizar los perfiles de los actores involucrados, con base en relaciones de Colaboración / Conflicto (C), su Legitimidad (L), Intereses (I) y Poder (P). Así, se categoriza a los actores como: dominante, fuerte, influyente, inactivo, respetado, vulnerable y marginado (Cano et al., 2016) [20].

De este modo se logra establecer la red de relaciones de cooperación y conflictos entre los actores identificados y el "poder" que posee cada uno en el entramado social.

La recolección de datos se realizó con una entrevista estructurada desarrollada por Llivisaca (2020). El análisis cualitativo se realizó con software especializado, contrastando los resultados, analizando coincidencias y diferencias, y finalmente con triangulación de datos (Aguilar & Barroso, 2015) [21].

Como complemento del análisis de percepciones para diseñar la propuesta de manejo de la microcuenca, se realizó una caracterización de la microcuenca en aspectos morfométricos, biofísicos y socioeconómicos. Finalmente, se estableció el Índice de Protección Hidrológica IPH, para determinar el grado de protección que brindan los diferentes tipos de cobertura vegetal y la resistencia que tiene un suelo a la erosión por lluvia (Romero & Ferreira, 2010) [22]

Caracterización morfométrica

La caracterización morfométrica consiste en interpretar y predecir los comportamientos hidrológicos y de torrencialidad de una microcuenca, mediante el análisis de la obtención de índices morfométricos; y que estos constituyen un elemento fundamental en la definición de la zona con comportamientos similares a lo largo de la misma (CORTOLIMA, 2020) [23].

Para realizar dicha caracterización de la microcuenca Tena, se usaron los parámetros morfométricos que se detallan a continuación (Rincón & Vegas, 2000) [24], Andrade (2011) [25]y Henao (1988) [26].

Área: proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido, directa o indirectamente, a un mismo cauce natural.

Perímetro: longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas.

Longitud máxima: distancia existente entre la desembocadura y el punto más lejano de la cuenca.

Longitud del cauce principal: longitud del río desde el punto más distante de la cuenca hasta la desembocadura.

Ancho promedio: relación entre el ancho de cuenca (A) y la longitud mayor del curso de agua (L). (Ecuación (1))

$$A_p = A \cdot L \qquad (1)$$

Factor forma: relación entre el área y el cuadrado de la longitud de la cuenca (Ecuación (2))

$$K_f = \frac{A}{L^2} \qquad (2)$$

Tiempo de concentración Es el tiempo necesario para que el caudal saliente se estabilice, cuando la ocurrencia de una precipitación con intensidad constante cae sobre toda la cuenca; esta estima el tiempo de concentración en minutos (Ecuación (3)).

$$t_c = \left(\frac{0.871 \cdot L^3}{H}\right)^{0.385} \qquad (3)$$

Coeficiente de compacidad: parámetro es adimensional que relaciona el perímetro de la cuenca (P) con el perímetro de un círculo teórico de área equivalente al de la cuenca (A) (Ecuación (4)).

$$K_c = 0.28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}} \qquad (4)$$

Índice asimétrico: relaciona las áreas de las vertientes mayor y menor, separadas por el cauce principal (Ecuación (5)).

$$K_c = \frac{A_{mayor}}{A_{menor}} \qquad (5)$$

Curva hipsométrica: representación gráfica de la variación del área drenada con la altura de la superficie de las microcuencas

La caracterización biofísica se realizó con base en factores estructurales del paisaje Cordón &Johnson (2011), que se detallan a continuación.

Geología y: estudio de la formación de las rocas en la microcuenca.

Geomorfología: modelo digital del suelo que existe en la microcuenca.

Edafología: análisis de suelos de la microcuenca Tena.

Flora y fauna: información secundaria de trabajos realizados en la zona y de moradores locales.

Hidrología: cantidad de agua que existe dentro de la microcuenca Tena.

Los Índices de Protección Hidrológica (IPH), permiten realizar un estudio integral de la vegetación en una cuenca y evaluar el estado de la misma para la protección hidrológica del suelo contra la erosión hídrica (Mármol, 2008). Estos índices fueron estudiados con base en siete criterios y tres indicadores (bajo, medio y alto), para cada criterio:

- Estructura vertical
- Densidad (N° de individuos por especie)
- Interpretación de precipitación (estructura horizontal)
- Presencia de mulch o mantillo
- Características especiales
- Tipo de vegetación
- Grado de intervención

Resultados

Percepciones de los actores involucrados respecto al manejo, cantidad y calidad del agua de la microcuenca hidrogr fica Tena.

Con respecto a las funciones que tiene cada actor involucrado se tiene que los actores que trabajan de forma directa en la microcuenca son: la JAAP El Calvario, JAAP Yaku de Muyuna y el GAD parroquial San Juan de Muyuna, mediante el cuidado de la microcuenca. En la Figura 2 se muestra su diagrama de relaciones.

Una vez identificados los actores involucrados y realizadas las entrevistas donde abarcaron temas de calidad, cantidad, conflicto y manejo sobre los recursos hídricos en la microcuenca Tena, se procedió a analizar los resultados obtenidos, ello fue posible mediante la codificación de las respuestas las cuales se muestran en la Figura 3.

Respecto de la calidad del agua las respuestas abordan: registro de calidad, mecanismo de monitoreo y principales problemas. En cuanto al registro de calidad, se afirma que no se cuenta con un registro técnico para la calidad del agua ni laboratorios certificados. Relativo a mecanismos de monitoreo se tiene que el GAD municipal realiza monitoreo en el rio Colonso, de acuerdo con lo establecido por la norma técnica ecuatoriana INEN, 2014, para la dotación del líquido vital a los pobladores del cantón Tena. Abordando los principales problemas se ha observado que, según las encuestas, estos problemas en la microcuenca Tena están relacionados a vertidos de aguas residuales y las malas prácticas agropecuarias.

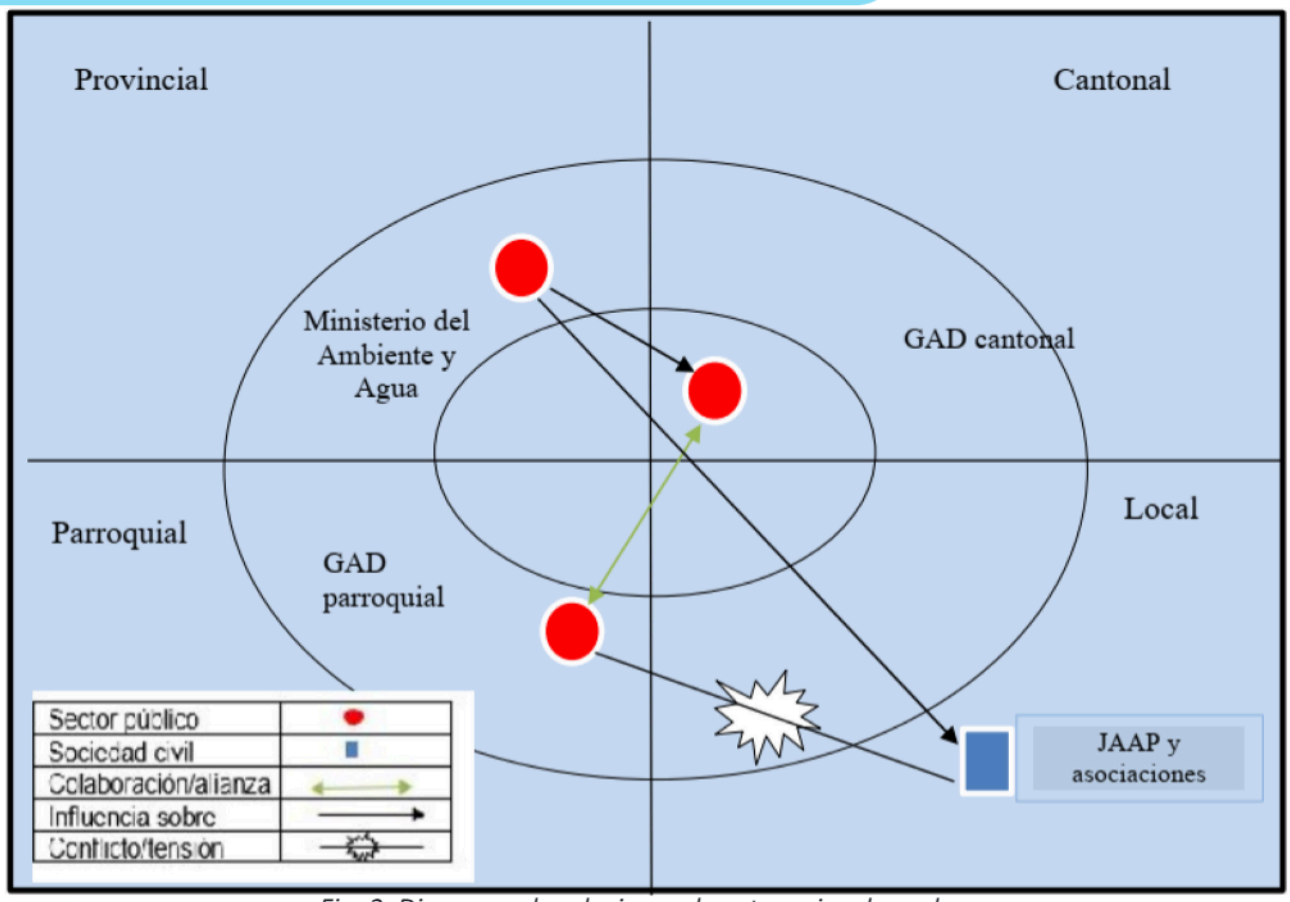
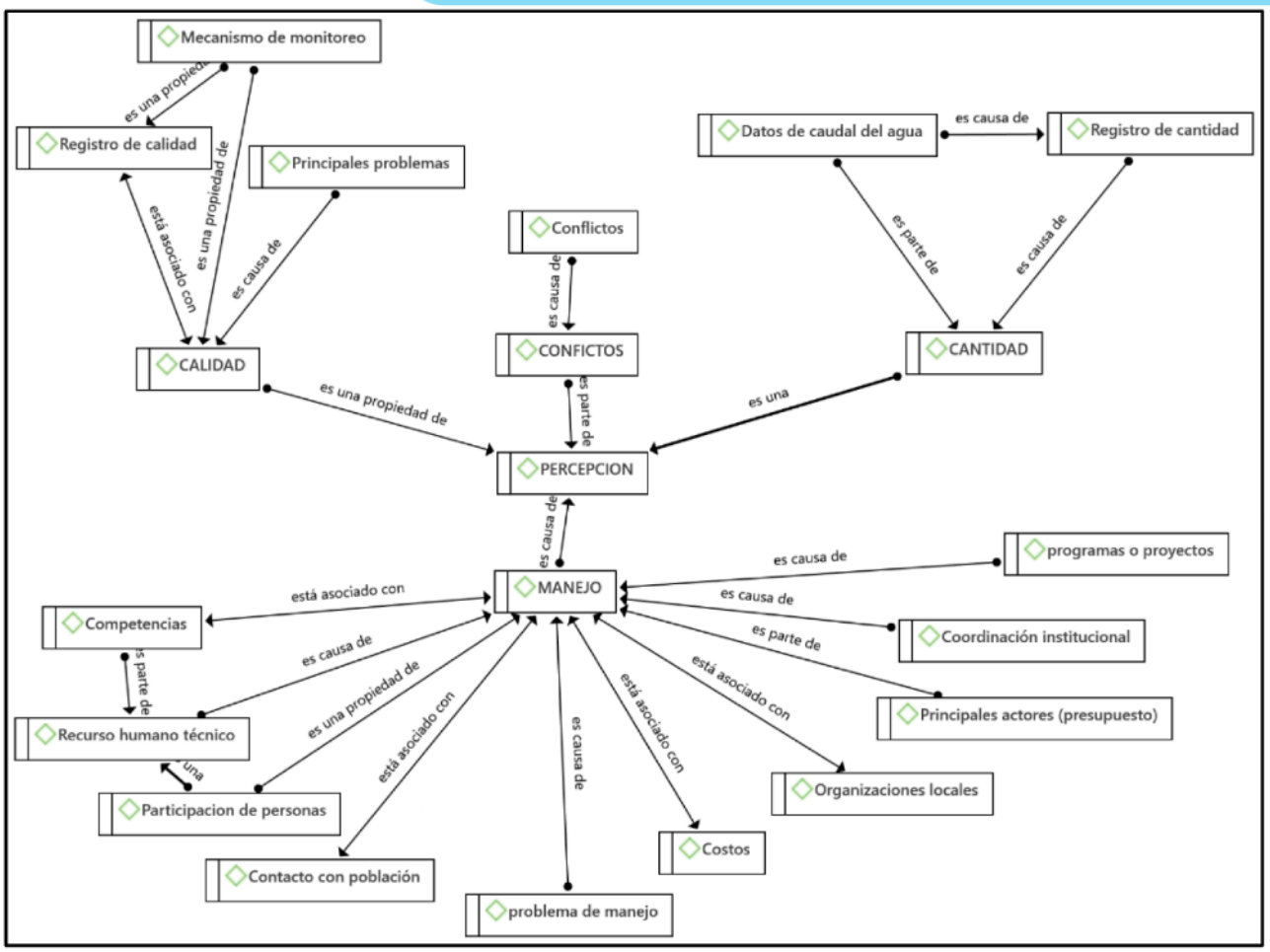


Fig. 2. Diagrama de relaciones de actores involucrados.

En cuanto a la Cantidad de agua se abordan dos temas: el registro de cantidad y los datos de caudal de agua. De las respuestas se concluye que no se cuenta con ningún tipo de registro; a excepción de aquel obtenidos por el GAD municipal que realiza la medición del caudal solo del río Colonso, mas no de otros aportantes de la microcuenca en general. En el tema del caudal de agua, la percepción más marcada es que el caudal está disminuyendo en gran cantidad en la microcuenca Tena.

El análisis de la relación: conflictos, se menciona que no existen conflictos de agua entre personas, porque hay suficiente agua, sin embargo, existe la implementación de turismo comunitario sin plan de manejo ambiental y eso está afectando a la calidad del recurso hídrico.



De acuerdo con los parámetros referidos para la caracterización de la microcuenca Tena, se tiene los resultados en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de parámetros de la microcuenca Tena

Parámetro	Resultado
Área	133,54 km².
Perímetro	53,38 km.
Longitud máxima	20,42 km.
Longitud del cauce principal	16,06 km.
Ancho de la microcuenca	6,54 km.
Factor forma	0,32
Tiempo de concentración	1 hora, 30 min, 12 seg.
Coeficiente de compacidad	1,29
Índice asimétrico	3,23
Nota: Trabajo de campo	

Los resultados obtenidos en la caracterización morfométrica de la microcuenca Tena muestran que por el factor forma (0,32), la microcuenca es ligeramente alargada y con drenaje de traslado rápido (tiempo de concentración). El análisis muestra que la microcuenca Tena de acuerdo con su tamaño y forma es más propensa a las crecidas de río, y por ello el bajo almacenamiento de agua en su superficie. El impacto más significativo de esta característica es una afectación a la cubierta vegetal y al suelo. El tiempo de concentración sugiere que la microcuenca tiene pendientes muy pronunciadas. Es importante mencionar que dentro de la microcuenca existe un alto número de quebradas que incrementan el caudal al río principal.

La Figura 4 muestra la curva hipsométrica del sistema, en donde se observa que la altitud media de la microcuenca es de 1088 m.s.n.m. El histograma en la Figura 5 muestra que la mayor parte de la microcuenca se encuentra rodeada de montañas de altura superior a los 800 m.s.n.m. En definitiva, se puede afirmar que la microcuenca Tena se encuentra en equilibrio es decir en fase de madurez, con una curva con actividad media.

Geología y geomorfología de la microcuenca

La Figura 6 muestra que la mayoría de la microcuenca Tena contiene granito de Ambitagua – _Guacamayo (58,77%), que son rocas intrusivas y litología de leucogranitos y granodioritas. Es la formación más sobresaliente en la zona andina oriental y la subandina, conocida como cordillera del Guacamayos (GAD Napo, 2018), seguida de formaciones Ttiyuyacu (26,60%). Se encuentran constituidos por sedimentos que fueron arrastrados desde la Cordillera de los Andes, con secciones de roca sumamente duras y abrasivas. Luego, encontramos formaciones tena (9,65%). Estas consisten en limolitas y areniscas rojas continentales de granos finos (Tena inferior) (4,12%) y grueso (Tena superior) (0,86%).

La Figura 7 muestra que, según el Modelo Digital del Terreno, la microcuenca se encuentra dividida en dos unidades geomorfológicas con gran barrera montañosa de la Cordillera de los Andes (67,38%) y los relieves bastante monótonos de tierras bajas (32,62%).

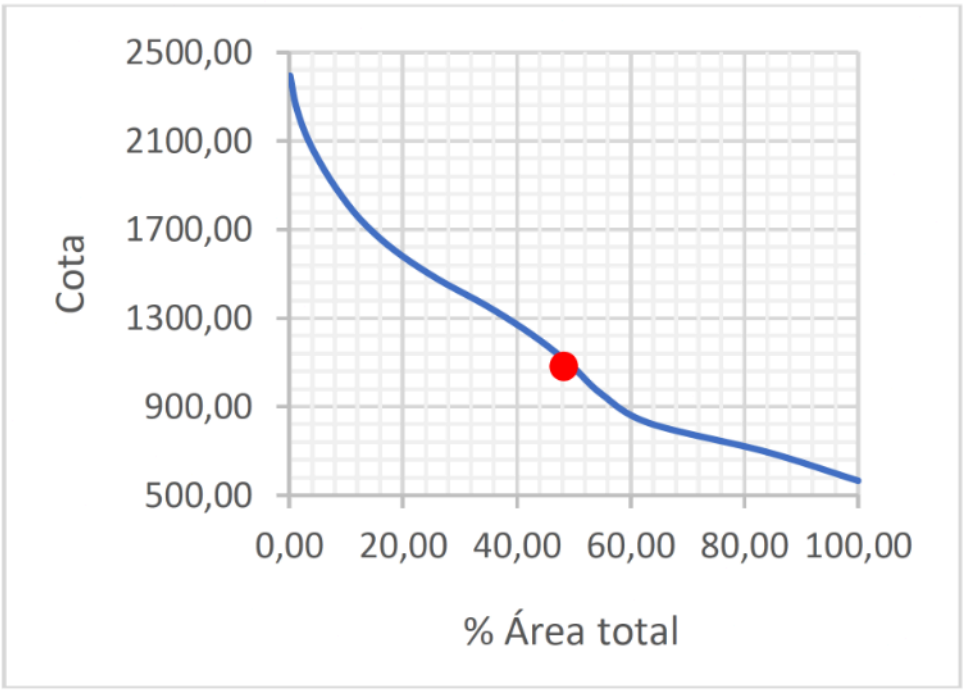


Fig. 4. Curva hipsométrica.

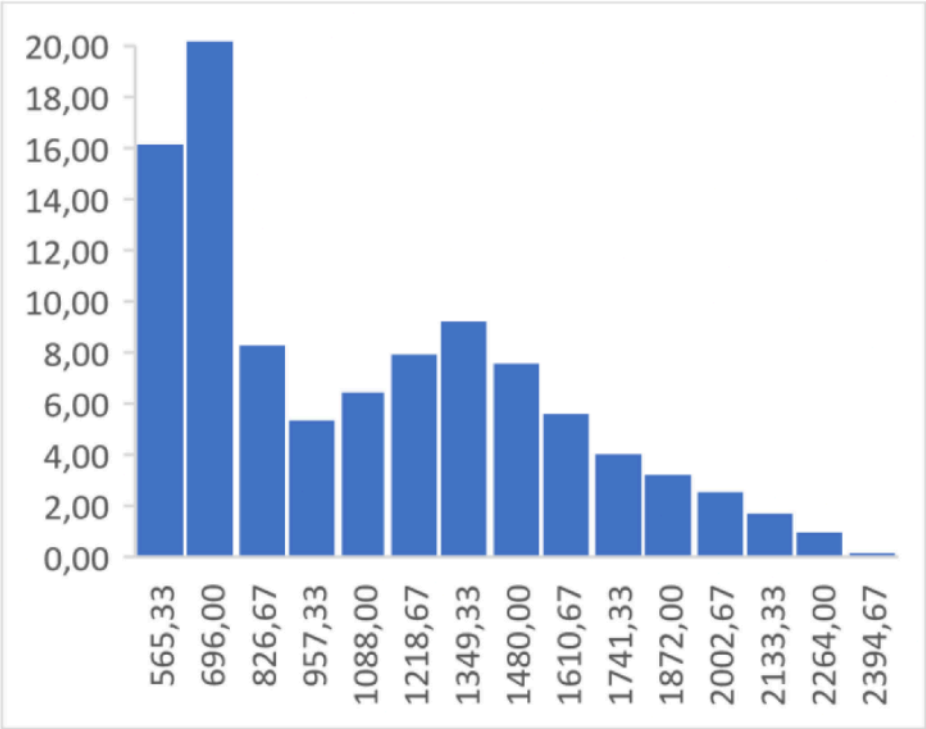


Fig. 5. Histograma de frecuencias de altitud.

En la Figura 8 se muestra el análisis edafológico o de tipo de suelos de la microcuenca Tena. Se encontraron dos tipos de suelos: el tipo Inceptisol (68,22%) que se encuentra dentro del grupo de los (HYDRANDEPTS y/o CRYANDEPTS), es decir áreas con abundante pedregosidad (CD5") (HYDRANDEPTS + TROPORTHENTS), con suaves y fuertes pendientes, y relieve fuertemente ondulado (GAD Napo, 2018); suelo Entisol (31,78%) que son suelos minerales con un incipiente de horizontes pedogenético es decir con uno o más horizontes de alteración o concentración (GAD San Juan de Muyuna, 2015).

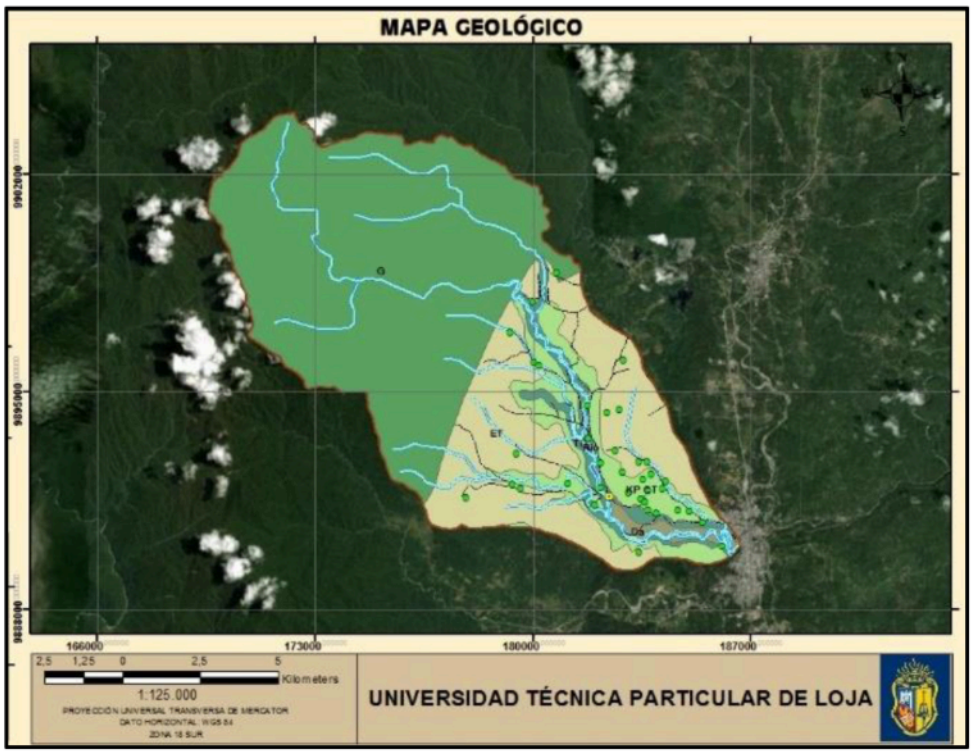


Fig. 6. Mapa Geológico de la microcuenca Tena.

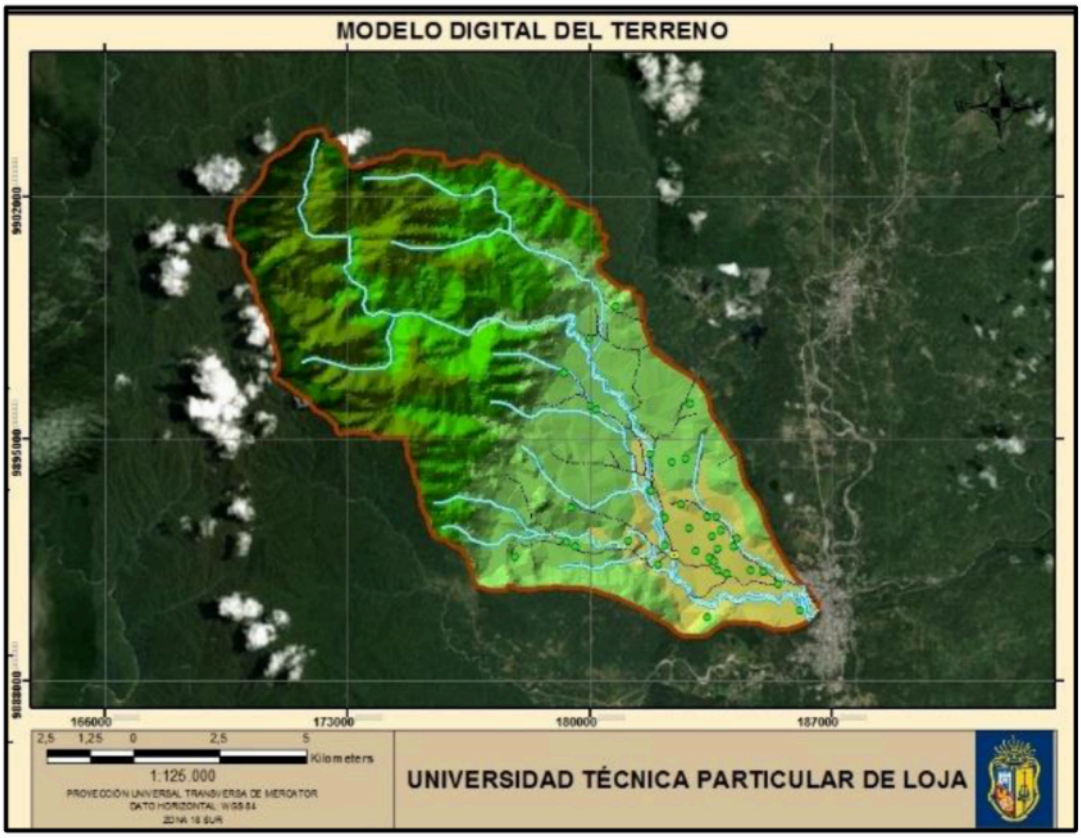


Fig. 7. Mapa geomorfológico – modelo digital del terreno de la microcuenca Tena.

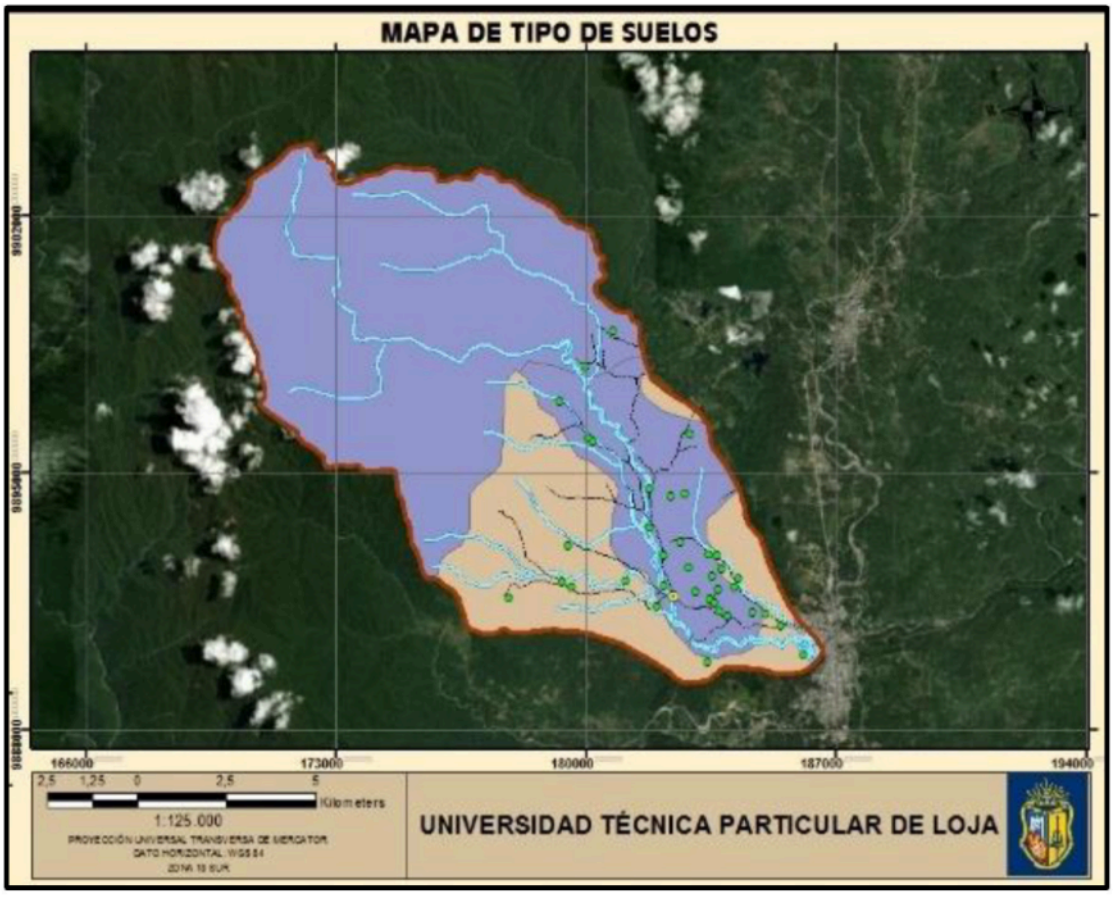


Fig. 8. Tipo de suelos de la microcuenca Tena.

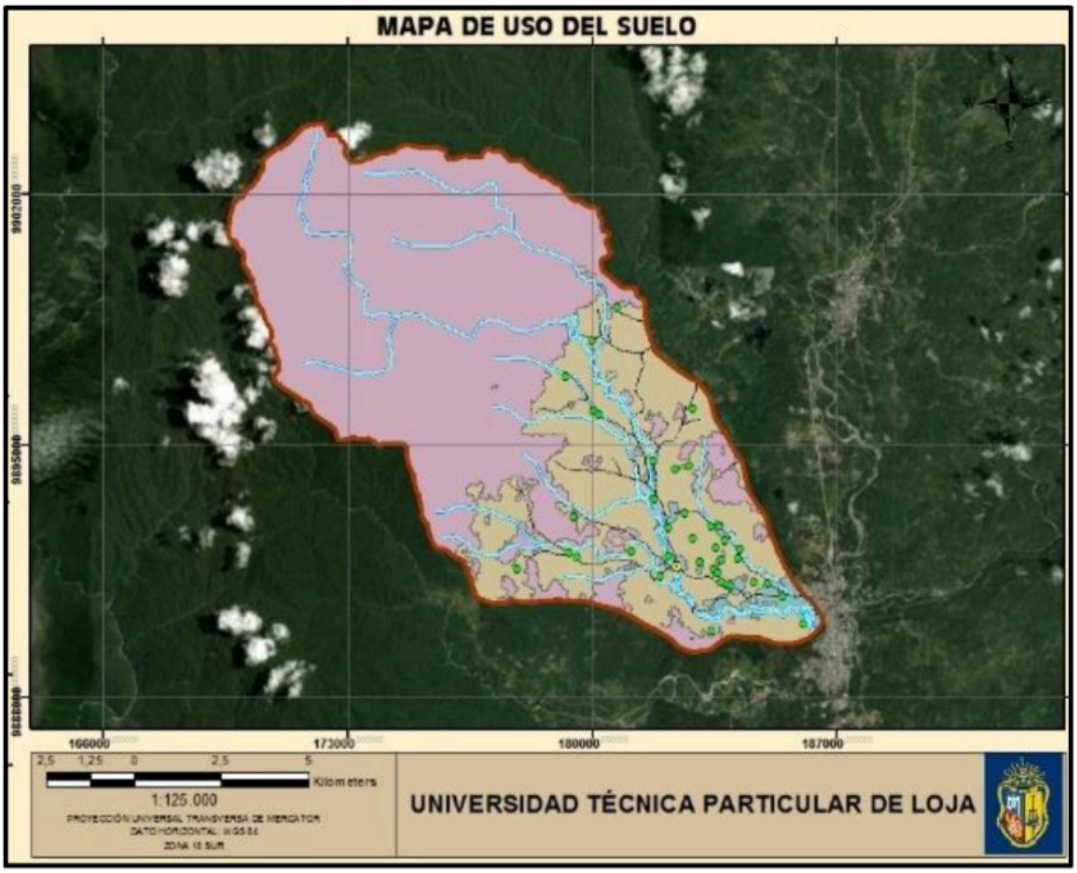


Fig. 9. Uso de suelos de la microcuenca Tena.

La Figura 9 muestra el uso del suelo en la microcuenca Tena, cuyas características se detallan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de parámetros de la microcuenca Tena

Cobertura vegetal del área	Km	%
Pastos cultivados	14,93	11,18
Cultivos	7,04	5,27
Arbóreo arbustivo	14,12	10,58
Bosque secundario	15,98	11,96
Bosque primario	79,62	59,62
Otros usos	1,85	1,38
Total	133,54	100,00

En la tabla 3 y Figura 9 podemos observar que, la cobertura vegetal que más predomina es, bosque primario ocupando el 59,62% de la superficie de la microcuenca, esta cobertura se encuentra dentro de las vertientes de la cordillera oriental en la reserva biológica Colonso Chalupas y está compuesta por tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceas. Seguido, se tiene al bosque secundario con 11,96% de superficie, que son bosques con especies maderables de grosor mediano, estos se desarrollan detrás de la vegetación original que se ha talado y ha sido reemplazada. Luego se tiene pastos cultivados con 11,98%.

Posteriormente se tiene cobertura arbórea arbustiva con 10,58% de superficie que se caracteriza por predominar especies leñosas nativas. Así también se encuentra la cobertura de cultivos con 5,27% y finalmente otros usos que es la cobertura que menor superficie representa, es decir con 1,38% de la superficie total de la microcuenca. Estos resultados confirman lo observado en investigaciones anteriores [27] [28] [29].

Conclusiones

Del análisis de percepciones se tiene que los principales problemas que enfrenta la microcuenca del rio Tena son: crecimiento de la población, disposición inadecuada de los residuos sólidos, vertido de aguas residuales, contaminación del agua por residuos de pesticidas, lo cual se debe principalmente a que las poblaciones asentadas en la microcuenca.

De la caracterización morfométrica de la microcuenca, se observa que ésta es susceptible a crecidas de río o aumento súbito de caudal, situación que puede agravarse debido a la pendiente del terreno y la escasa cobertura vegetal de la parte alta y media, amenazadas por la actividad humana. Esto a largo plazo puede generar riesgos naturales para la población o sus medios de vida.

A pesar de que el GAD municipal realiza estudios de calidad de agua, estos únicamente son referenciales ya que no cuenta con laboratorios certificados. A esto se suma que el MAAE no cuenta con el equipo técnico necesario, debido a la reducción de personal y a que la jurisdicción de la Dirección Zonal es muy extensa.

Respecto a la cantidad de agua, los actores involucrados perciben que se ha sufrido un descenso en los caudales de los ríos de la microcuenca, debido al aumento del uso del recurso, y también por diferentes problemáticas como deforestación y aumento de la población en la zona de estudio. También se debe mencionar que no existen registros de cantidad de agua por lo que se complica llevar un control adecuado sobre el manejo de la microcuenca y conocer su disponibilidad hídrica.

En el aspecto relacionado con el manejo de la microcuenca del río Tena, el principal problema percibido es la falta de involucramiento de las autoridades locales, cantonales y provinciales. Esto se debe al escaso trabajo de coordinación institucional que obedece a que las instituciones no cumplen a cabalidad con sus competencias.

La propuesta de manejo de la microcuenca Tena se debe enfocar en sus principales problemas. Esto se logra a través de programas de intervención que permitan su manejo y conservación, logrando un equilibrio ecológico para el progreso de la microcuenca y el mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes.

Referencias

[1] Y. Mart nez and V. M. Villalejo, "La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos," Ing. Hidráulica y Ambient., vol. 39, no. 1, pp. 58–72, 2018.

[2] T. Hofer and P. Warren, "Por qué invertir en oredenación de las cuencas hidrográficas?," no. FAO 333.73 H697, pp. 1–40, 2009.

[3] F. Muñoz, Manejo de cuencas hidrográficas: Integración de la conservación y del uso racional de los humedales en el manejo de las cuencas hidrográficas. 2010.

[4] I. Gutiérrez, "ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO 'PLAN DE MANEJO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO TENA,'" 2009.

[5] G. Tena, "Plan de Desarrollo." [Online]. Available: https://tena.gob.ec/index.php/tena/plan-de-desarrollo. [Accessed: 17-Jun-2022].

[6] O. Gilberto Leonardo, "LA DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE PERCEPCIÓN EN PSICOLOGÍA CON BASE EN LA TEORÍA GESTALT," Rev. Estud. Soc., no. 18, pp. 89–96, Aug. 2004, doi: 10.7440/RES18.2004.08.

[7] M. Borroto Pérez, L. Rodríguez Pérez, A. Reyes Ramírez, and B. A. L pez Vázquez, "PERCEPCIÓN AMBIENTAL EN DOS COMUNIDADES CUBANAS."

[8] D. Coon, "Fundamentos de psicología," 2005.

[9] L. María and V. Melgarejo, "Sobre el concepto de percepción," ALTERIDADES, vol. 4, no. 8, pp. 47–53, 1994.

[10] Y. Fernández Moreno, " Por qué estudiar las percepciones ambientales?," Espiral, Estud. sobre Estado y Soc., vol. 15, no. 43, pp. 179–202, 2008.

[11] G. Maldonado, "PROCESOS COGNITIVOS SENSACIÓN PERCEPCIÓN IMAGINACIÓN PENSAMIENTO - ppt video online descargar." [Online]. Available: https://slideplayer.es/slide/5841018/. [Accessed: 18-Jun-2022].

[12] R. Flores and Reyes Lucila, "ESTUDIO SOBRE LA PERCEPCIONES Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL," TIEMPO Educ., vol. 11, no. 22, pp. 227–249, Jun. 2010.

[13] R. Flores, "Medio ambiente, ciudad y género. Percepciones ambientales de educadoras," TIEMPO DE EDUCAR, M xico, pp. 49–86, Jan-2004.

[14] C. J. Holahan, "PSICOLOGIA AMBIENTAL UN ENFOQUE GENERAL 12:) LIMUSA NORIEGA EDITORES MËXICO • Espatla • Venezuela • Colombia."

[15] Constitución de la República del Ecuador, "Constitución de la republica del Ecuador," Regist. ofcial 449 20 Oct. 2008, vol. 449, no. 20, pp. 1–136, 2008.

[16] "Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, velará por un ambiente sano y el respeto de los derechos de la naturaleza o pacha mama." [Online]. Available: https://www.ambiente.gob.ec/. [Accessed: 18-Jun-2022].

[17] J. Jurado et al., "SECRETARIA NACIONAL DEL AGUA DEL ECUADOR SECRETARIA GENERAL DE LA COMUNIDAD ANDINA UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA Secretaria Nacional del Agua del Ecuador Oficina Regional para América del Sur de la UICN."

[18] E. Tapella, "EL MAPEO DE ACTORES CLAVES," Efectos de la biodiversidad funcional sobre procesos ecosistémicos, servicios ecosistémicos y sustentabilidad en las

Américas: un abordaje interdisciplinario, Sep-2011. [Online]. Available: https://planificacionsocialunsj.files.wordpress.com/2011/09/quc3a9-es-el-mapeo-de-actores-tapella1.pdf. [Accessed: 19-Jun-2022].

[19] A. Urrutia, "Indentifcacion de los Actores Claves para el Manejo Integrado de las Subcuencas de los Ríos Los Hules, Tinajones y Caño Quebrado," 2004.

[20] E. O. Cano, ; Schreider, Mario I, ; Ruberto, and Alejandro R, "Modelo participativo de organización para la gestión integrada de los recursos hídricos en la cuenca del río Tapenag .:," Aqua-LAC, vol. 8, no. 2, pp. 42–54, Sep. 2016, doi: 10.29104/PHI-AQUALAC/2016-V8-2-05.

[21] S. Aguilar Gavira and J. Barroso Osuna, "La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa," Píxel-Bit, Rev. Medios y Educ., no. 47, pp. 73–88, 2015, doi: 10.12795/pixelbit.2015.i47.05.

[22] E. Romero and S. Ferreira, "Ïndices de Protección Hidrológica de la Vegetación en la Cuenca del Río Potrero (Provincia de Salta)," Ciencia, vol. 5, no. 16, pp. 49–60, 2010.

[23] Corporación de Cuencas del Tolima (CORCUENCAS), "Cobertura y Uso del Suelo," Fase Diagnóstico POMCA-RR (Código 2125-01), no. 8, p. 1, 2014.

[24] P. J. Rincón and R. Vegas, "Aplicación de índices geomorfológicos de actividad tectónica reciente en el antepa s Bético," Geogaceta, vol. 27. pp. 139–142, 2000.

[25] E. Andrade, "METODOS PARA CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN," 2011. [Online]. Available: https://civilgeeks.com/2011/09/20/metodos-para-calculo-del-tiempo-de-concentracion/. [Accessed: 19-Jun-2022].

[26] J. Henao, "Introducción al manejo de cuencas hidrográficas," 2016.

[27] A. Cabrera and J. Cunduri, "CARACTERIZACIÓN DEL CONGLOMERADO DE LA FORMACIÓN TIYUYACU DE LA CUENCA ORIENTAL DEL ECUADOR EN LOS BLOQUES 7 Y 18 PARA LA ADECUADA SELECCIÓN DE BROCAS EN LA SECCIÓN DE 12 1/4"," UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR, 2012.

[28] P. Baby, M. Rivadeneira, and R. Barragán, "La Cuenca Oriente: Geología y petróleo," La Cuenca Oriente Geol. y petr leo, 2004, doi: 10.4000/BOOKS.IFEA.2971.

[29] S. J. de M. GAD, "Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Rural San Juan De Muyuna | Facebook." [Online]. Available: https://www.facebook.com/people/Gobierno-Autonomo-Descentralizado-Parroquial-Rural-San-Juan-De-Muyuna/100067556797951/. [Accessed: 19-Jun-2022].

Biodiesel aditivado con nanopartículas metálicas para mejorar las prestaciones de un motor térmico.



DOI : 10.53358/ideas.v4i1.701

Alexander Peralvo Clavon[1], Tamia Quilumbango2, Ignacio Benavides[2]
[1] Universidad Politécnica Salesiana, Rumichaca y Moran Valverde s/n Quito, Ecuador
[2] Ingeniería Automotriz, Universidad Técnica del Norte Av. 17 de Julio, Ibarra, Ecuador

1mperalvo@ups.edu.ec, 2tdquilumbango@utn.edu.ec, 2ibbenavides@utn.edu.ec

RESUMEN

El presente estudio de investigación fue diseñado con el fin de dar a conocer las especificaciones generales de los aditivos en nano partícula, el mismo considerado útil para lograr determinar la eficiencia del motor y reducir las emisiones contaminantes gracias a estos compuestos químicos que se añadieron con una medida determinada en el combustible, además se pudo analizar cada uno de los problemas que ocasionan los combustibles al no quemarse de forma adecuada en el proceso de la combustión, por ejemplo: se ha evidenciado que generan un sin fin de problemas, especialmente en la salud humana, contaminación ambiental, causando lluvia acida, daños en el ecosistema. Muchos de los combustibles utilizados en el siglo XXI deben cumplir una normativa y presentar garantía de su veracidad en el momento de la combustión. De la misma manera en este estudio se examinó diferentes aditivos como son: Óxido de Cobre, Óxido de Zinc y Óxido de Aluminio+ Óxido de Cerio. Se ha demostrado que los aditivos brindan una mejor combustión gracias al elemento químico del cual está formado este, proporcionando una mejora en el combustible por las mezclas o fusión efectiva de las partículas de los aditivos con el del biocombustible, porque con la presencia de partículas en tamaño nano es más fácil de que ocurra una mezcla estereométrica más exacta, así ocasionar una mejor expansión de la mezcla y causar menos generación de partículas contaminantes como son: CO, HC, CO2, HUMO, etc.

Palabras Clave: TES, potencia, energía, desfase, transformador.

Introducción

Una de las principales causas de la contaminación atmosférica de los centros urbanos se debe a las emisiones que generan los automotores en funcionamiento, esto debido a la combustión de combustibles fósiles que se produce en el interior de los motores térmicos.

El presente estudio muestra los resultados de torque y potencia de un vehículo al que se le ha a adido una mezcla de biodiesel y nano partículas. Los experimentos se llevaron a cabo con el fin de mejorar el desempeño del motor y reducir las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Por medio del uso de nanopartículas como aditivos se busca mejorar la calidad del combustible y a su vez mejorar las prestaciones y emisiones de un vehículo liviano, en especial en una región como el Ecuador donde los combustibles carecen de niveles de calidad acorde con los estándares establecidos por organizaciones y asociaciones reguladoras presentes en otros territorios.

Materiales y Métodos

Los aditivos son sustancias que se agregan intencionalmente en el biodiésel o en el diésel con el objetivo de modificar las características y conservar de mejor forma su estado. Este líquido contribuye a la estabilidad del producto y la homogeneidad, además mejoran la limpieza de las partes internas del motor y lubricación. Los aditivos permiten reducir las emisiones de gases.

"Según la Administración de Información de Energía de Estados Unidos, se espera que el consumo mundial de energía crezca un 56 por ciento en el año 2040 en comparación con el del año 2010"[1]

A medida que aumentan las preocupaciones por el agotamiento de los combustibles fósiles y sus contribuciones al calentamiento global, el biodiésel ha crecido en popularidad y la producción mundial está aumentando anualmente. La Junta Nacional de Biodiésel informa

que los Estados Unidos produjeron aproximadamente 1,8 mil millones de galones de biodiésel en 2013. De manera similar, la Unión Europea produjo algo más de 1.800 millones de galones en cada uno de los últimos años. Otros países, como Brasil, han implementado un mandato para incluir al menos un 7 por ciento en volumen[2]

El efecto de la adición de compuestos oxigenados al gasóleo ha sido ampliamente investigado. Aunque muchos compuestos oxigenados han sido introducidos, no todos pueden usarse en motores de combustión interna (IC) para algunos tales como éter butílico terciario (MTBE) han sido efectivamente prohibidos usarlos como un aditivo de gasolina, en muchos estados de América debido a su hallazgo en aguas subterráneas, aunque no hay pruebas humanas suficientes y la evidencia limitada de animales, para la carcinogenicidad de MTBE. Los principales compuestos oxigenados actualmente utilizados en combinación con el gasóleo son el metanol y etanol [3]

A diferencia del diésel de petróleo, la estructura química del biodiésel hace que sea propensa a la oxidación durante el almacenamiento a largo plazo, lo que implica un deterioro de la calidad del combustible. Por lo tanto, la adición de antioxidantes generalmente se requiere para cumplir con los estándares de calidad para la comercialización de biodiésel. Los fenoles estéricamente impedidos sintéticos se han empleado normalmente para este propósito como antioxidantes de barrido de radicales libres. Sin embargo, los fenoles naturales también están disponibles, por ejemplo, en el bio-aceite producido en el pirólisis de la biomasa lignocelulósica. Se pudo determinar que los autores en otros trabajos evaluaron el potencial antioxidante de las fracciones extraídas de bio-aceite lignocelulósico, además ensayaron diferentes disolventes orgánicos como agentes de extracción, siendo ésteres de acetato el mejore para incorporar compuestos bio oxidantes de bio-aceite, en el mejor de los casos, la la comercialización de biodiésel. Los fenoles estéricamente impedidos sintéticos se han empleado normalmente para este propósito como antioxidantes de barrido de radicales libres. Sin embargo, los fenoles naturales también están disponibles, por ejemplo, en el bio-aceite producido en el pirólisis de la biomasa lignocelulósica. Se pudo determinar que los autores en otros trabajos evaluaron el potencial antioxidante de las fracciones extraídas de bio-aceite lignocelulósico, además ensayaron diferentes disolventes orgánicos como agentes de extracción, siendo ésteres de acetato el mejore para incorporar compuestos bio oxidantes de bio-aceite, en el mejor de los casos, incorporación de una pequeña concentración de compuestos bio-aceite (b4 por ciento en peso) condujo a una mejora del biodiésel [4].

Biodiesel y diesel

El biocombustible se compone en gran parte de una mezcla de ésteres mono alquílicos de ácidos grasos de cadena larga (FAME) y puede producirse comercialmente mediante la reacción de transesterificación de triglicéridos naturales con un alcohol de cadena corta. Aunque la tecnología para la conversión de aceites comestibles como aceite de girasol, palmoil, aceite de soja, aceite de coco o aceite de colza a biodiésel ha sido bien establecida, esta práctica está ganando serio interés mundial en la preservación de la seguridad alimentaria del planeta [4].

El biodiésel ha ganado espacio en el mercado de combustibles, el motivo por el cual tuvo más acogida es gracias a que su proceso de combustión emite menos contaminación ambiental que el diésel común, el biodiésel es una alternativa que permite movilizar a los vehículos, el biodiésel químicamente se refiere a los ésteres alquílicos de ácidos grasos

que se derivan de diferentes materias primas, como la palma, el maíz, la colza, micro algas, la soja y el aceite frito usado, etc., las propiedades de combustible del biodiésel son extremadamente similares a las del diésel de petróleo, podemos decir que el biodiésel tiene algunas ventajas tecnológicas sobre el diésel de petróleo[5]. Sin embargo, han surgido algunas preocupaciones con respecto a las propiedades del biodiésel y su efecto sobre la durabilidad del motor, con respecto a la sostenibilidad, la oxidación y el carácter corrosivo del biodiésel parecen ser las principales preocupaciones[6], [7], [8]. Las desventajas que tiene el biocombustible perjudican notoriamente el motor, razón por el cual se acude al uso de aditivos que contribuyen a tener eficiencia en el mismo. Con la oxidación que ocurre en el biodiésel llega a tener diferentes composiciones químicas que son perjudiciales para la función del motor diésel.

El Diésel es una mezcla compleja de cientos y miles de hidrocarburos, que generalmente contiene 50-60 por ciento alcanos, 20-30 por ciento ciclo alcanos y 10-30 por ciento aromáticos (C12H26).

Las simulaciones numéricas que incluyen el modelado del flujo en el cilindro, la atomización del combustible y el proceso de combustión juegan un papel esencial en el desarrollo de motores diésel, asi como la exploración de nuevos tipos de modelos de combustión[9], [10]. La reacción de formación de biodiésel consiste en separar los ácidos grasos de la glicerina con ayuda de un catalizador que puede ser la Sosa cáustica (NaOH) o el Hidróxido de Potasio (KOH), proceso de saponificación y unir cada uno de ellos a una molécula de metanol o de etanol (formándose el metóxido de sodio: CH3ONa). Esta reacción se llama transesterificación.

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del biodiesel. [11]

Propiedad	**Unidad**	**120valor aproximado**
conversión	%(m/m)	96,50 a 97,50
Densidad a 15 C	Kg./m2	860 a 900
Viscosidad a 40 C	mm2/gr.	3,50 a 5,00
Punto Inflamación	°C	120
Contenido de Azufre	mg/Kg.	10
Índice de Cetanos	N°	51
Contenido máximo de agua	mgr/ Kg.	500
Contenido de metanol	%(m/m)	0,20
Contenido de monoglicéri-dos	%(m/m)	0,80
Contenido de diglicéridos	%(m/m)	0,80
Glicerol Libre	%(m/m)	0,02
Glicerol Total	%(m/m)	0,025
Metales del grupo I (Na – K)	mgr/Kg.	5,00

Metales del grupo II (Ca – Mg)		5,00
Contenido de fósforo	mgr/Kg.	10,00
Índice de Yodo (Para Soja)	gr.yodo/ 100grs.	120

Nanopartículas metálicas y biodiesel

Al ser utilizado en el gasóleo antes del año 2000, la aplicación de aditivos metálicos nano-dimensionados disminuyó desde entonces, sin embargo, la combustión asistida por metal ha recibido renovado interés en los últimos años. Las partículas metálicas de tamaño nano tienen características diferentes en comparación con materiales de mayor tamaño. El comportamiento súper paramagnético, la súper plasticidad, el menor punto de congelación, las temperaturas de sinterización más bajas, la mayor probabilidad de ignición, la alta actividad catalítica y las mayores densidades teóricas son algunas de las propiedades inusuales de estos materiales [3].

Los efectos de mejora de los aditivos basados en los metales sobre las propiedades de los combustibles y las emisiones de diésel (PM, CO y especialmente NOx) han sido frecuentemente reportados en la literatura. Estos aditivos ejercen sus efectos de dos maneras diferentes: 1) Los metales reaccionan con el agua para producir radicales hidroxilos, lo que aumenta la oxidación del hollín, o 2) reaccionan directamente con los átomos de carbono en el hollín, bajando así la temperatura de oxidación. Se han investigado diferentes aditivos metálicos en el combustible diésel por sus efectos sobre el rendimiento y las emisiones agotadas de los motores diésel tales como el manganeso, el cerio (Ce), el hierro (Fe), el cobre (Cu), el platino (Pt), el platino-cerio (Pt-Ce), el níquel (Ni), el titanio (Ti), el Zinc (Zn), zirconio (Zr) y aluminio (Al)[3].

Como se ha visto, la idea de los biocombustibles, surge por el motivo de reducción drástica de combustibles fósiles en el mundo, además es importante reducir las condiciones de contaminación en el planeta, con el uso de algunos tipos de aditivos se puede solucionar esta problemática, aquí podemos ver uno de los estudios realizados con las nanopartículas. La emisión de CO en un biodiésel-diésel con nanopartículas fue significativamente menor (25,17 por ciento) en comparación con el gasóleo puro. La emisión de UHC con combustible de nano--biodiésel mezclado con plata disminuyó (28,56 por ciento), mientras que con los combustibles que contienen nanopartículas de CNT se incrementó un máximo de 14,21 por ciento.

Con la adición de nano partículas a los combustibles mezclados, los NOx aumentaron un 25,32 por ciento en comparación con el combustible diésel neto. Este estudio también presenta un modelo basado en la programación genética (GP) para predecir los parámetros de desempeño y emisión de un motor de CI en términos de nano combustibles y velocidad del motor. Se observó que el modelo GP puede predecir el rendimiento del motor y los parámetros de emisión con coeficiente de correlación (R2) en el rango de 0.93-1 y RMSE se encontró que estaba cerca de cero. Los resultados de la simulación demostraron que el modelo GP es una buena herramienta para predecir los parámetros de rendimiento y emisión del motor de CI[12].

Aceite de semilla modificada genéticamente

La higuerilla, o también conocida como ricino es una planta oleaginosa, que ha sido de gran utilidad en los distintos campos de la industria ya que ha sido empleada para la fabricación de aceite industrial, elaboración de plásticos, fibras textiles, etc.

En Ecuador esta planta es cultivada principalmente en la provincia de Manabí y Guayas, aunque también hay producción en las provincia de Loja, se ha estimado que en promedio únicamente se alcanza los 900 kilogramos por hectárea, sin embargo esta producción resulta ser baja en comparación con otros países, esto se debe al desconocimiento de técnicas de cultivo, así como la diversidad de la planta, la época y la correcta utilización de las semillas [13].

Las condiciones en cuanto al nivel de agua que necesita oscilan entre los 500 a 700 mm anuales en precipitaciones, por lo tanto, hay que tener en cuenta que esta planta es sensible al exceso de humedad, puesto que puede causar deficiencias en el florecimiento y en el desarrollo de las semillas, por otra parte, la iluminación óptima que se debe otorgar en el proceso de crecimiento se basa en brindar abundante luz, un ambiente carente de luz retarda el crecimiento

Configuración del motor

La higuerilla, o también conocida como ricino es una planta oleaginosa, que ha sido de gran utilidad en los distintos campos de la industria ya que ha sido empleada para la fabricación de aceite industrial, elaboración de plásticos, fibras textiles, etc.

En Ecuador esta planta es cultivada principalmente en la provincia de Manabí y Guayas, aunque también hay producción en las provincia de Loja, se ha estimado que en promedio únicamente se alcanza los 900 kilogramos por hectárea, sin embargo esta producción resulta ser baja en comparación con otros países, esto se debe al desconocimiento de técnicas de cultivo, así como la diversidad de la planta, la época y la correcta utilización de las semillas [13].

Las condiciones en cuanto al nivel de agua que necesita oscilan entre los 500 a 700 mm anuales en precipitaciones, por lo tanto, hay que tener en cuenta que esta planta es sensible al exceso de humedad, puesto que puede causar deficiencias en el florecimiento y en el desarrollo de las semillas, por otra parte, la iluminación óptima que se debe otorgar en el proceso de crecimiento se basa en brindar abundante luz, un ambiente carente de luz retarda el crecimiento

Para el desarrollo del experimento se realizó la configuración adecuada del motor de 3.0 L DIÉSEL TURBO/FULL 4X4, el cual consta de 4 cilindros en línea, un volumen de desplazamiento de 2.999 centímetros cúbicos y con 8 válvulas, la potencia neta reportada por el fabricante es de 130 HP a 3800 revoluciones por minuto y torque de 28,5 a 2000 Kg/m, por otra parte relación de comprensión es de 18.3:1 mientras que la alimentación es electrónica de bomba de inyección.

Resultados

3.1 Adquisición de nanopartículas

Los aditivos en tamaño nanopartículas para el experimento se adquirieron en US Research

Nanomaterials, Inc., los mismos que cuentan con ciertos requerimientos de tamaño, pureza, cantidad, etc. En la siguiente tabla se detalla información sobre cada uno de los compuestos utilizados:

Tabla 2. Nanopartículas adquiridas (US Research Nanomaterials).[14–17]

Nombre de compuesto	Formula Química	Tamaño (nm)	Pureza	Cantidad
Óxido de Zinc	ZnO	35 – 45	99%	25 g
Óxido de Cobre	CuO	40	99%	25g
Óxido de Aluminio (Alúmina)	Al2O3	50	99%	5g
Óxido de Cerio	CeO2	50	99.97%	5g

Obtenciòn de mezclas

Con una probeta de un litro se midió 1000 y 600 mililitros respectivamente de diésel en 4 ocasiones para obtener 3600 ml, posteriormente se midió 400 ml de biodiésel de higuerilla y se introdujo ambos compuestos en un mismo recipiente, luego se procedió a agitar la mezcla en el ultrasonido (20000 Hertz), colocando 1 litro B10 en la cavidad, usando el equipo de protección personal adecuado se añadió la cantidad de 0.5 gramos de Óxido de Zinc y se mantuvo el compuesto durante 60 minutos, se repitió este procedimiento 3 veces más para completar 1 galón.

Así mismo para realizar las mezclas de los otros aditivos (CuO y Al2O3+CeO2) respectivamente, se repite todo el procedimiento anterior.

Pruebas de torque y potencia

Se realizaron 5 pruebas de torque y potencia para cada muestra y se obtiene un promedio de los datos obtenidos para el diesel y las mezclase B10 + Oxido de Zinc, B10 + Óxido de Cobre, y el B10 + Óxido de Aluminio + Óxido de Cerio.

En la Figura 1 se puede observar la comparativa de torque y potencia del diesel y de las distintas mezclas de B10 y nano partículas metálicas.

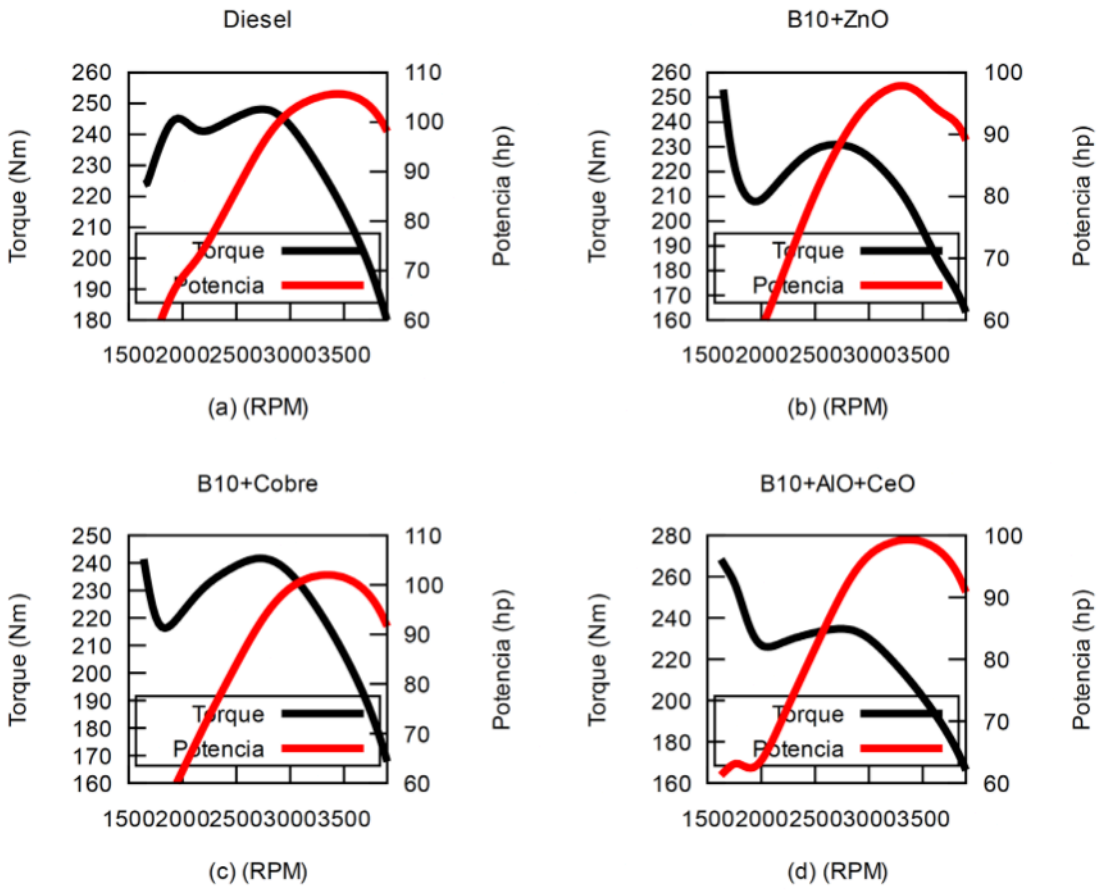


Fig. 1. Curvas de torque y potencia obtenidas en un banco dinamométrico.

Tabla 3. Resultados de pruebas de torque y potencia.

Valores Máximos				
Combustible	**Velocidad**	**RPM**	**Potencia**	**Par motor**
Fosil	140.5	4457.5	106.275	251.125
B5+ZnO	142	4505	99.12	253.12
B5+CuO	139	4399	102.66	243.66
B5+Al+Ce	137	4361	99.95	268.4

Medición de gases

Seguidamente para medir los gases de escape se conecta el sensor en la parte delantera del motor y se espera la temperatura adecuada, después se procede a medir en cuatro velocidades: ralentí , a 1500 rpm, a 2000 rpm y a 3000 rpm. Se coloca la Sonda en el tubo de escape y esté conectado al opacímetro, cuando el vehículo se encuentra en ralentí y se imprime los resultados obtenidos, se procede a acelerar hasta que alcance cada una de las revoluciones mencionadas anteriormente, imprimiendo los resultados correspondientes a cada una, cuando se termina de hacer la medida se retira la sonda, este procedimiento se repitió cuatro veces para asegurarse de los datos obtenidos y para cada mezcla y el Diésel común.

Tabla 4. Resultados de medición de gases, comparativa diesel común y mezcla de B10 y ZnO.

Aditivo de óxido de zinc(ZnO)				
Características	**variación**	**DIESEL COMÚN**	**(%)**	**B10+Zno ZnO(-250ppm)**
BTE	Disminuye	21	Disminuye	9
CO	Aumenta	62	Aumenta	92
NOX	Aumenta	35	Aumenta	16
HC	Aumenta	21	Aumenta	9
HUMO	Disminuye	54	Disminuye	82
HRR	Aumenta	118	Disminuye	129
Pmáx	Disminuye	8	Disminuye	13
BSFC	Disminuye	39	Disminuye	14

Tabla 5. Resultados de medición de gases, comparativa diesel común y mezcla de B10 y CuO.

Aditivo de Óxido de cobre(CuO)		
Características	**20MEON(biodeisel)-CuO(50ppm)**	**(%)**
BTE	Disminuye	2,19
CO	Disminuye	33
NOX	aumenta	3,2
HC	Disminuye	5,35
HUMO	Disminuye	12,5

Tabla 6. Resultados de medición de gases, comparativa diesel común y mezcla de B10 y ZnO.

Aditivos de Óxido de cerio (CeO) + alúmina (AlO)		
Características	**CeO+AlO+JBD30A30**	**(%)**
BTE	Aumenta	31
CO	disminnuye	60
NO	Aumenta	13
HC	disminnuye	33
HUMO	disminnuye	32

Conclusiones y trabajos futuros

De acuerdo con los resultados que se describen en la sección anterior y teniendo en cuenta las nanopartículas utilizadas en los experimentos, se concluye que el elemento del cual se obtienen los mejores resultados en cuanto a eficiencia del motor es el Óxido de Zinc (45nm), porque tiene un mejor rendimiento en términos de potencia, a una velocidad de 107 km/h alcanza 108.8 hp, a diferencia de las otras mezclas de combustible con sus respectivos aditivos que no superaron los 104 hp, inclusive ésta mezcla de combustible que contiene la nanopartícula de óxido de Zinc, logró superar en potencia al diésel común que alcanza 108 hp. Por otra parte, para a los resultados del par motor, éste alcanzo el punto más alto en torsión a diferencia de las demás mezclas, a 51 km/h consiguió una torsión de 314 Nm, a un régimen de 1634 rpm, mientras que las demás no lograron superar los 290 Nm, a un régimen de 1767rpm.

Se concluye también que el óxido de zinc, tanto en este experimento de laboratorio como en estudios anteriores de artículos científicos mencionados en este trabajo, logró obtener los mejores resultados, en cuanto a la reducción de emisiones contaminantes a distintas rpm, ya que emitió menor cantidad de CO, CO2, HC, NOX, el margen promedio de emisión de gases contaminantes para el Óxido de zinc permanece con un volumen de 5% menos para la mayoría de las cargas a diferencia del Oxido de Cobre, debido a que las pruebas experimentales con el Óxido de Aluminio (Al2O3) y Óxido de Cerio (CeO2) no pudieron ser llevadas a cabo, la comparación de resultados solo es posible entre el ZnO y CuO, concluyendo que el óxido de Zinc aporta con mejores resultados.

Finalmente, se concluye que el tamaño de la nanopartícula de la cual se obtuvo los mejores resultados en cuanto a eficiencia del motor, al igual que, reducción de emisiones contaminantes es de 35 a 45 nm (nanómetros), con respecto a la composición química del biodiésel se encontró que este dado por los siguientes enlaces C19H36O2.

Recomendaciones

Se recomienda dar a conocer la importancia del uso de los aditivos en el biocombustible para reducir la contaminación ambiental, así mismo los materiales que podrían aprovechar del medio en el que vivimos para fabricar el biodiésel, debido a que nuestro país es rico aceites vegetales, animales entre otros.

Se recomienda realizar experimentos con diferentes biodiésel y elementos químicos como aditivos para seguir empleando más combustibles alternativos que permitan brindar mayor torque y potencia del motor diésel, así como no causar mucho daño al ecosistema, pues biodiésel +aditivos producen menos CO, HC, NOx.

De los aditivos que se emplearon para el experimento, el más recomendable para usarse es de óxido de zinc, por los resultados que se pudo analizar, ya que, éste reduce las emisiones de NOx en 34 ppm a 3000 rpm, así mismo reduce el porcentaje de emisión de HC en un 1.85 ppm.

Referencias

1. International Energy Outlook 2013. 2013;312.

2. Bewley BR, Berkaliev A, Henriksen H, Ball DB, Ott LS. Waste glycerol from biodiesel synthesis as a component in deep eutectic solvents. Fuel Process Technol. 2015;138:419-23.

3. Khalife E, Tabatabaei M, Demirbas A, Aghbashlo M. Impacts of additives on performance and emission characteristics of diesel engines during steady state operation. Prog Energy Combust Sci. 2017;59:32-78.

4. García M, Botella L, Gil-Lalaguna N, Arauzo J, Gonzalo A, Sánchez JL. Antioxidants for biodiesel: Additives prepared from extracted fractions of bio-oil. Fuel Process Technol. 2017;156:407-14.

5. Reza Miri SM, Mousavi Seyedi SR, Ghobadian B. Effects of biodiesel fuel synthesized from non-edible rapeseed oil on performance and emission variables of diesel engines. J Clean Prod. 2017;142:3798-808.

6. Zuleta EC, Baena L, Rios LA, Calderón JA. The oxidative stability of biodiesel and its impact on the deterioration of metallic and polymeric materials: a review. J Braz Chem Soc. Brazilian Chemical Society; 2012;23:2159-75.

7. Fazal MA, Jakeria MR, Haseeb ASMA, Rubaiee S. Effect of antioxidants on the stability and corrosiveness of palm biodiesel upon exposure of different metals. Energy. Elsevier; 2017;135:220-6.

8. Agarwal AK, Khurana D, Dhar A. Improving oxidation stability of biodiesels derived from Karanja, Neem and Jatropha: step forward in the direction of commercialisation. J Clean Prod. Elsevier Ltd; 2015;107:646-52.

9. Kokjohn S, Hanson R, Splitter D, Kaddatz J, Reitz RD. Fuel Reactivity Controlled Compression Ignition (RCCI) Combustion in Light- and Heavy-Duty Engines. SAE Int J Engines. 2011;4:360-74.

10. Shah PR, Ganesh A. Study the influence of pre-heating on atomization of straight vegetable oil through Ohnesorge number and Sauter mean diameter. J Energy Inst. 2018;91:828-34.

11. Camús JMG, Laborda JÁG. Biocarburantes líquidos: biodiésel y bioetanol. :125.

12. Ghanbari M, Najafi G, Ghobadian B, Yusaf T, Carlucci AP, Kiani Deh Kiani M. Performance and emission characteristics of a CI engine using nano particles additives in biodiesel-diesel blends and modeling with GP approach. Fuel. 2017;202:699-716.



Industrial Engineering

Valoración del Factor Riesgo Psicosocial de Origen Laboral en los Trabajadores del Sector de la Salud



DOI : 10.53358/ideas.v4i1.702

Guillermo Neusa Arenas[1], Francisco Nicolas Mena Reascos[2], Santiago Miguel Quelal Calderón[2]

[1]Especialista y Magister en Salud Ocupacional, Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Técnica del Norte.

[2]Ingeniero Industrial, Carrera de Ingeniería Industrial, Universidad Técnica del Norte, Ecuador.

gneusa@utn.edu.ec, fmmenar@utn.edu.ec, smquelalc@utn.edu.ec

RESUMEN

Los problemas psicol gicos est n presentes en los trabajadores de la salud en diferentes reas, indistintamente del lugar en el que se encuentren. El objetivo de estudio es representar el impacto del riesgo psicosocial en los trabajadores de la salud y como afecta en su desempe o laboral. Es un estudio metodol gico que establece criterios para identificar de forma descriptiva y cualitativa los problemas de car cter social que est n teniendo dichos trabajadores. Como resultado del impacto que tiene la pandemia (SARS-Cov-2) dentro de casas de salud, esto permite implementar estrategias para la mitigaci n de estos problemas, observando la presencia de riesgos ps quicos y psicosociales de alta prevalencia que son comunes en los centros; estos pueden contraer un cuadro cl nico ocupacional debido a su ambiente de trabajo; entre ellos se encentra en las exigencias psicosociales, control sobre el trabajo, inseguridad sobre su futuro, apoyo social y calidad de liderazgo, doble presencia y estima. Estos riesgos mencionados anteriormente provocan la falta de concentraci n y rendimiento a la hora de realizar las tareas asignadas, de tal manera se debe establecer recomendaciones priorizando la salud y seguridad del trabajador, que le permita no derivar en inconvenientes en dentro de su n cleo social y familiar.

Palabras clave: psicosocial, salud, trabajadores, seguridad, familia.

ABSTRACT:

Psychological problems are present in health care workers in different areas, regardless of the place where they are located. The objective of this research is to represent the impact of psychosocial risk in health workers and how it affects their work performance. It is a methodological study that establishes criteria to identify in a descriptive and qualitative way the social problems that these workers are having. As a result of the impact of the pandemic (SARS-Cov-2) within health centers, strategies for the mitigation of these problems can be implemented, observing the presence of psychic and psychosocial risks of high prevalence that are common in health centers; they can contract an occupational clinical picture due to their work environment; among them are the emotional demands (EM), the hiding of emotions (EE), the sensory psychological demands (ES), among others. These risks mentioned above cause lack of concentration and performance when performing the assigned tasks, so that the health and safety of the worker must be prioritized to avoid problems within their social and family nucleus.

Keywords: psychosocial, health, workers, safety, family.

Introducción

Debido a la pandemia de COVID-19, los trabajadores de primera línea (como el personal de atención médica y de emergencia) enfrentan muchas situaciones estresantes en el trabajo. La mayor carga de trabajo, las horas de trabajo más largas y los períodos de descanso más cortos son lo que le importa a la mayoría. Además, les preocupa infectarse en el trabajo y transmitir el virus a familiares, amigos y otras personas en el entorno laboral, especialmente si no se toman las medidas de protección adecuadas. Las personas que trabajan desde casa enfrentan riesgos psicosociales específicos, como el aislamiento y un mayor riesgo de violencia doméstica. El temor al desempleo, los recortes salariales y la disminución de los beneficios han hecho que muchos trabajadores se cuestionen su futuro. El trabajo inseguro, las pérdidas económicas y el desempleo pueden tener un impacto grave en la salud mental. Debido a la crisis de la pandemia, estos y otros riesgos psicosociales pueden surgir o aumentar. Muchos de estos pueden haber surgido durante la rápida propagación del virus y las estrictas medidas de cuarentena, y aun así insistieron en reanudar las actividades. Cuando los trabajadores regresan al lugar de trabajo, otros pueden aumentar. Si se evalúan y manejan de manera inadecuada, los riesgos psicosociales pueden aumentar los niveles de estrés y causar problemas de salud física y mental. Las reacciones psicológicas pueden incluir depresión, falta de motivación, agotamiento, ansiedad, depresión, agotamiento y pensamientos suicidas. También pueden ocurrir diversas reacciones físicas, como problemas digestivos, cambios de apetito y peso, reacciones cutáneas, fatiga, enfermedades cardiovasculares, enfermedades musculoesqueléticas, dolores de cabeza y otros dolores inexplicables.

Se entiende como riesgo psicosocial cualquier suceso de que un trabajador sufra un determinado daño en su salud física o psíquica derivado, ya sea de la inadaptación de los puestos, metodologías y técnicas de trabajo a las capacidades del trabajador como consecuencia de la presencia negativa del centro se salud y sus condiciones de trabajo, así como de las relaciones sociales en la empresa y de cualquier otro "factor ambiental" del trabajo. Por tanto, los factores psicosociales son todos factores relacionados con la organización del trabajo y juegan un papel decisivo en el sentido de realización personal

del trabajador. Son interacciones entre:

Control sobre el trabajo, entendiendo por trabajo la labor que se realiza, el entorno en que ésta tiene lugar y las condiciones en que este está organizado y la capacidad que tienen para manejar la carga del trabajo.

- Exceso de exigencias psicológicas: cuando hay que trabajar rápido o de forma irregular, cuando el trabajo requiere que escondamos los sentimientos, callarse la opinión, tomar decisiones difíciles y de forma rápida;
- Control sobre el trabajo: cuando no tenemos margen de autonomía en la forma de realizar nuestras tareas, cuando el trabajo no da posibilidades para aplicar nuestras habilidades y conocimientos, o cuando no podemos adaptar el horario a las necesidades familiares, o no podemos resolver en qué momento se hace un descanso.
- Apoyo social y de calidad de liderazgo: cuando hay que trabajar aislado, sin apoyo de los superiores o compañeros y compañeras en la realización del trabajo
- Estima: cuando se falta al respeto, se provoca la inseguridad contractual, se dan cambios de puesto o servicio contra nuestra voluntad, se da un trato injusto, o no se reconoce el trabajo;
- Doble presencia: el trabajo doméstico y familiar supone exigencias cotidianas que deben asumirse de forma simultánea a las del trabajo.
- Inseguridad sobre el futuro: el sector de trabajo es inestable y las autoridades superiores no tienen un control definido del tiempo de trabajo, cuando los trabajadores tienen miedos a despidos o bajas de sueldos injustificadas.

Materiales y Métodos

La presente investigación se la realizó mediante la investigación metódica al tema con base a artículos científicos, revistas y documentos de diversos autores que abordan el tema de ergonómica psicosocial laboral y la aplicación del método ISTAS21 que contiene de manera sintética, pero suficientemente documentada las características y contenidos necesarios para evaluar las condiciones psicosociales en las que se encuentran los trabajadores, la metodología que se ha utilizado para realizarlo son las principales evidencias de validez y fiabilidad, indicaciones logísticas y técnicas para llevar a cabo el proceso de evaluación e inicio de la acción preventiva (preparación y ejecución del trabajo de campo, informatización de los datos, análisis y presentación de resultados y propuesta de medidas preventivas). (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud ISTAS, 2014)

Se sabe según el gobierno de ecuador que hay 75 000 trabajadores en el sector de la salud (ecuador, 2019), primero calculó la muestra, por medio de la fórmula para población

– Finita $n = \frac{Z^2\,pq}{e^2+(Z^2\,pq)/n}$ (corporacionaem, 2009),

– Con ur[illegible]lad del 95% y

– Un margen de error de +/-5%,

– El tamaño de muestra se lo dividió conforme al porcentaje de cada departamento del sector de la salud, como se muestra en la tabla 1.:

Tabla 1. Muestreo por área				
Departamento de trabajo	Población	%	Muestra Poblacional	Muestra por área
Biología Médica	21750	0,29	383	111
Cirugía	10500	0,14	383	54
Medicina	17250	0,23	383	88
Salud Pública y sociología medica	25500	0,34	383	130
Total	75000	1	383	

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Ya obtenida la muestra, como se puede visualizar en la muestra por área en la tabla 1, en todos los departamentos es mayor a 25 se utilizó el "cuestionario para la evaluación de riesgos psicosociales" en el trabajo Versión larga para más de 25 trabajadores. Adaptación del Cuestionario Psicosocial de Copenhague, CoPsoQ (Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud ISTAS, 2014).

Luego de haber obtenido el tamaño de la muestra y el cuestionario a aplicar se identificó centros de salud estratégicos y trabajadores en distintas áreas de departamento laboral. Por medio del método aplicable, encuestas y entrevista de observación directa, la obtención de los datos se procedió a tabular por medio de la herramienta Excel, posteriormente se analiza, un análisis, interpretación y obtención de resultados que permitan plantear las posibles causas y efectos del facto riegos psicosociales en el departamento laboral.

Esta metodología aplicable, permitió identificar factores considerables en cada uno de los trabajadores por su exposición, analizando aspectos como:

- Excesiva o presión de tiempo por carga de trabajo
- Peticiones contradictorias
- Falta de claridad con respecto a funciones
- Comunicación precisa e ineficaz
- Mala gestión por cambios en la organización
- Falta del apoyo por la dirección o compañeros
- Acoso laboral
- Acoso sexual
- Desavenencia con relación interpersonal
- Uso de la agresión
- Uso de la violencia

- Dificultades a la hora de combinar
- El compromiso y responsabilidad laboral y personal

Resultados

Se recopiló los datos de la encuesta de riesgos psicosociales (ISTAS 21) los trabajadores por departamento en el área de salud. La tabla 2 muestra los promedios de los resultados por pregunta del departamento de biología médica para la muestra de realizada.

En la tabla 3 refleja las puntuaciones totales obtenida por apartados donde se analizó las exigencias psicológicas y se concluyen que son desfavorables, el control sobre el trabajo tiene una puntuación intermedia, la seguridad sobre el futuro refleja un estado intermedio.

El apoyo social y calidad de liderazgo con la puntuación obtenida de la muestra es desfavorable donde se analizará a profundidad, el apartado de doble presencia es decir las exigencias u obligaciones que los trabajadores tienen en la casa y trabajo muestra un resultado intermedio.

Finalmente, la estima tiende a ser intermedia lo que quiere decir que está en lo establecido y no hay riesgos psicosociales aún.

Tabla 2. Resultados encuesta ISTAS 21 en el sector de biología medica

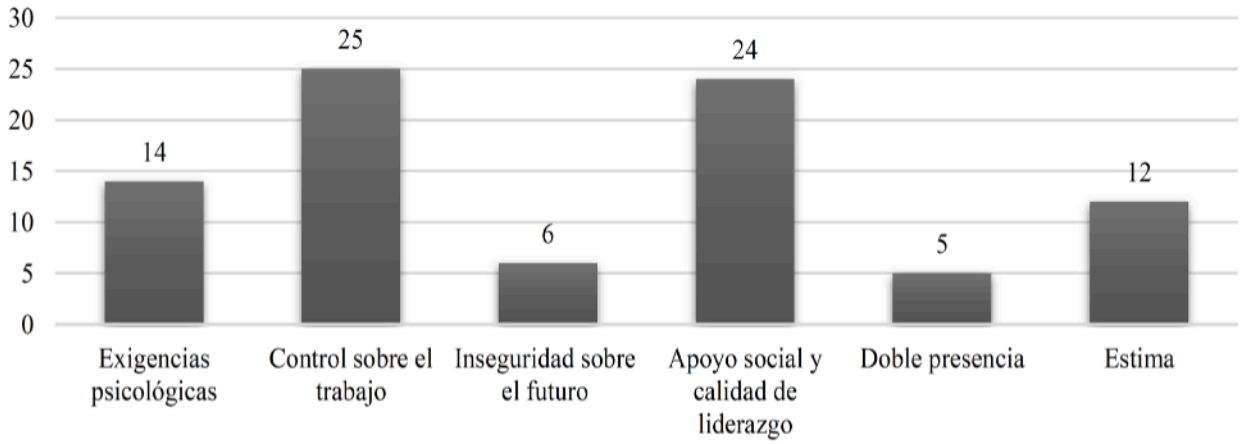
Preguntas	Exigencias psicológicas	Preguntas	Control sobre el trabajo	Preguntas	Inseguridad sobre el futuro	Preguntas	Apoyo social y calidad de liderazgo	Preguntas	Doble presencia	Preguntas	Estima
1	3	7	3	17	2	21	3	31	2	35	3
2	2	8	2	18	1	22	4	32	1	36	3
3	1	9	2	19	2	23	2	33	0	37	4
4	1	10	0	20	1	24	4	34	2	38	2
5	3	11	0			25	2				
6	4	12	4			26	2				
		13	3			27	1				
		14	4			28	3				
		15	4			29	2				
		16	3			30	1				
TOTAL	**14**		**25**		**6**		**24**		**5**		**12**

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonom a CINDU-UTN-2021

Tabla 3. Puntuaciones para la muestra de referencia sector de biología medica				
Apartados	**Puntuación**	**Favorable**	**Intermedia**	**Desfavorable**
Exigencias psicológicas	14	De 0 a 7	De 8 a 11	De 12 a 24
Control sobre el trabajo	25	De 26 a 40	De 19 a 25	De 0 a 18
Inseguridad sobre el futuro	6	De 0 a 4	De 5 a 9	De 10 a 16
Apoyo social y calidad de liderazgo	24	De 32 a 40	De 25 a 31	De 0 a 24
Doble presencia	5	De 0 a 2	De 3 a 6	De 7 a 16
Estima	12	De 13 a 16	De 10 a 12	De 0 a 9

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Figura 1.Puntuaciones para la muestra de referencia de biología médica



Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Se realizó el mismo procedimiento para la tabulación de resultados en los departamentos de cirugía con el tamaño de la muestra obtenida, las puntuaciones por pregunta y por apartado se refleja.

En la tabla 4, la suma de las puntuaciones de cada apartado que indica, se las traslada a la tabla 5, para realizar el análisis e indicar si el apartado es favorable,

Intermedio o desfavorable.

Los resultados indican en el departamento de cirugía las exigencias psicologías y la estima son desfavorables en el trabajo, mientras que los trabajadores tienen un control sobre el trabajo favorable.

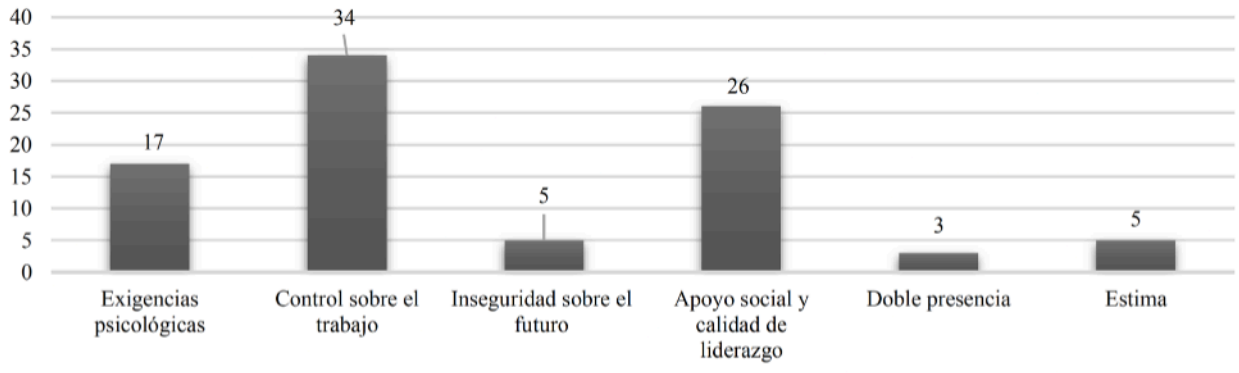
Tabla 4. Resultados encuesta ISTAS 21 en el sector de Cirugía											
Preguntas	Exigencias psicológicas	Preguntas	Control sobre el trabajo	Preguntas	Inseguridad sobre el futuro	Preguntas	Apoyo social y calidad de liderazgo	Preguntas	Doble presencia	Preguntas	Estima
1	4	7	2	17	3	21	4	31	0	35	0
2	2	8	3	18	0	22	4	32	0	36	2
3	0	9	4	19	0	23	1	33	0	37	1
4	3	10	3	20	2	24	4	34	3	38	2
5	4	11	4			25	3				
6	4	12	4			26	1				
		13	4			27	3				
		14	4			28	3				
		15	4			29	2				
		16	2			30	1				
TOTAL	**14**		**34**		**5**		**26**		**3**		**5**

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Tabla 5. Puntuaciones para la muestra de referencia sector de biología medica				
Apartados	**Puntuación**	**Favorable**	**Intermedia**	**Desfavorable**
Exigencias psicológicas	17	De 0 a 7	De 8 a 11	De 12 a 24
Control sobre el trabajo	34	De 26 a 40	De 19 a 25	De 0 a 18
Inseguridad sobre el futuro	5	De 0 a 4	De 5 a 9	De 10 a 16
Apoyo social y calidad de liderazgo	26	De 32 a 40	De 25 a 31	De 0 a 24
Doble presencia	3	De 0 a 2	De 3 a 6	De 7 a 16
Estima	5	De 13 a 16	De 10 a 12	De 0 a 9

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Figura 2. Puntuaciones para la muestra de referencia en el sector de Cirugía



Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Los resultados obtenidos en el departamento de medicina se reflejan en las tablas 6, 7 y figura 3, se muestran el promedio de las puntuaciones y comparar en la tabla 7, se muestra que las exigencias laborales en este departamento son desfavorables, esta área tienda el apoyo social a ser desfavorable y la estima 5, mientras que solo la doble presencia tiende a ser favorable.

Tabla 6. Resultados encuesta ISTAS 21 en el sector de Cirugía

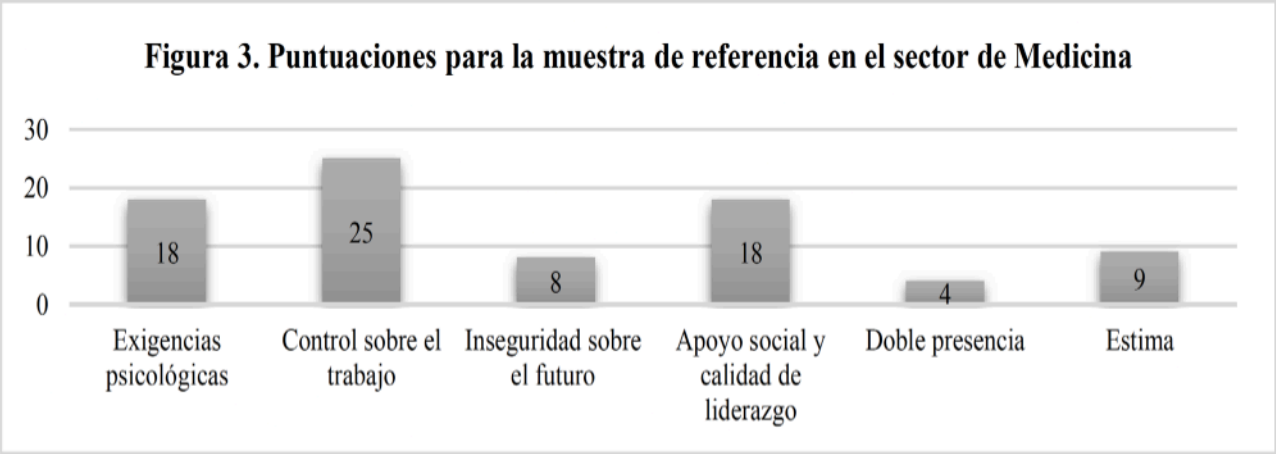
Preguntas	Exigencias psicológicas	Preguntas	Control sobre el trabajo	Preguntas	Inseguridad sobre el futuro	Preguntas	Apoyo social y calidad de liderazgo	Preguntas	Doble presencia	Preguntas	Estima
1	3	7	1	17	1	21	3	31	1	35	0
2	3	8	2	18	0	22	4	32	0	36	2
3	1	9	3	19	3	23	0	33	0	37	4
4	3	10	0	20	4	24	3	34	3	38	3
5	4	11	0			25	1				
6	4	12	4			26	1				
		13	3			27	3				
		14	4			28	2				
		15	4			29	0				
		16	4			30	1				
TOTAL	**14**		**25**		**8**		**18**		**4**		**9**

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Tabla 7. Puntuaciones para la muestra de referencia sector de biología medica

Apartados	Puntuación	Favorable	Intermedia	Desfavorable
Exigencias psicológicas	18	De 0 a 7	De 8 a 11	De 12 a 24
Control sobre el trabajo	25	De 26 a 40	De 19 a 25	De 0 a 18
Inseguridad sobre el futuro	8	De 0 a 4	De 5 a 9	De 10 a 16
Apoyo social y calidad de liderazgo	18	De 32 a 40	De 25 a 31	De 0 a 24
Doble presencia	4	De 0 a 2	De 3 a 6	De 7 a 16
Estima	9	De 13 a 16	De 10 a 12	De 0 a 9

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021



Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Los resultados que se muestran en la tabla 8,9 y figura 4 corresponden a los promedios de puntajes en la muestra del departamento de salud p blica y sociolog a m dica, como muestra la tabla 9 este departamento tiene todos los apartados desfavorables, una causa analizada es que los trabajadores de esta rea no se les controla la cantidad de trabajo, est n expuestos a largos tiempos de trabajo en ambientes disergon micos, otra causa es que es sector menos considerado en el rea de salud y el m s expuesto a sufrir da os psicosociales por ello;

Tabla 6. Resultados encuesta ISTAS 21 en el sector de Cirugía

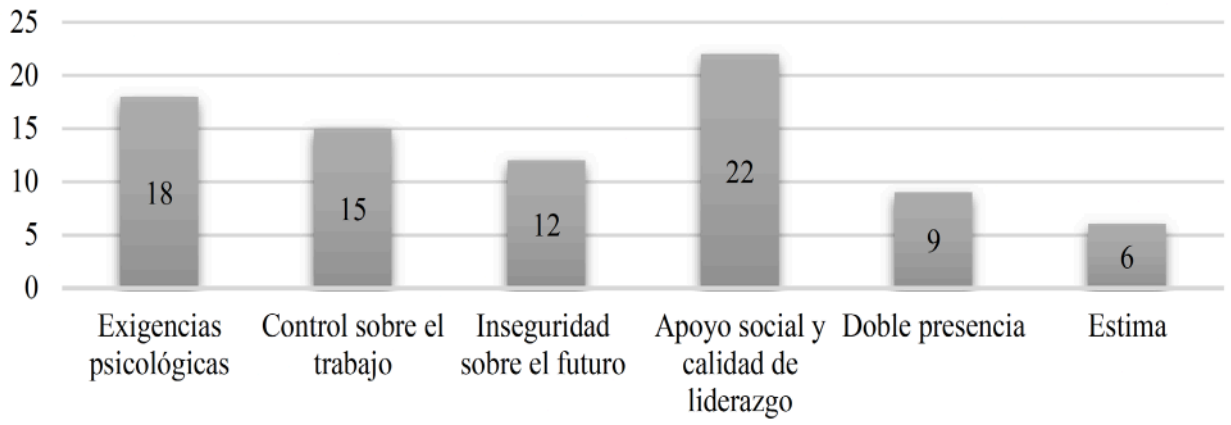
Preguntas	Exigencias psicológicas	Preguntas	Control sobre el trabajo	Preguntas	Inseguridad sobre el futuro	Preguntas	Apoyo social y calidad de liderazgo	Preguntas	Doble presencia	Preguntas	Estima
1	4	7	0	17	3	21	3	31	2	35	0
2	3	8	1	18	3	22	4	32	2	36	2
3	2	9	1	19	2	23	2	33	2	37	3
4	2	10	0	20	4	24	3	34	3	38	1
5	3	11	0			25	2				
6	4	12	2			26	0				
		13	2			27	4				
		14	3			28	3				
		15	4			29	1				
		16	2			30	0				
TOTAL	**14**		**15**		**12**		**22**		**9**		**6**

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Tabla 7. Puntuaciones para la muestra de referencia sector de biología medica				
Apartados	**Puntuación**	**Favorable**	**Intermedia**	**Desfavorable**
Exigencias psicológicas	18	De 0 a 7	De 8 a 11	De 12 a 24
Control sobre el trabajo	15	De 26 a 40	De 19 a 25	De 0 a 18
Inseguridad sobre el futuro	12	De 0 a 4	De 5 a 9	De 10 a 16
Apoyo social y calidad de liderazgo	22	De 32 a 40	De 25 a 31	De 0 a 24
Doble presencia	9	De 0 a 2	De 3 a 6	De 7 a 16
Estima	6	De 13 a 16	De 10 a 12	De 0 a 9

Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Figura 4. Puntuaciones para la muestra de referencia en el sector de Salud Pública



Fuente: Estudiantes de la materia de ergonomía CINDU-UTN-2021

Discusión

El objetivo de este estudio es describir los riesgos psíquicos y psicosociales de los centros de salud y analizar su asociación con las condiciones y enfermedades laborales. Los resultados muestran que, al igual que otros estudios en los centros de salud, la principal causa de son las exigencias psicológicas en el departamento de trabajo.

La presencia de riesgos psicosociales de alta prevalencia que son comunes en los centros de salud y que exponen a los trabajadores a enfermar por condiciones de trabajo; entre ellos se encontró las exigencias psicosociales, control sobre el trabajo, inseguridad sobre su futuro, apoyo social y calidad de liderazgo, doble presencia y estima, todas variables que Alvarado et al, reportan correlacionadas significativa.

Las patologías por cuadro clínico ocupacional, están relacionadas con la carga laboral, los cambios imprevistos en los horarios, las molestias al personal y las percepciones de desequilibrio entre el esfuerzo y las recompensas. También se relaciona con el agotamiento emocional que conlleva este tipo de trabajos, de bajo impacto y poca claridad de rol, que eventualmente puede afectar la relación con superiores y compañeros.

Las limitaciones de esta investigación están en que se considera cuatro departamentos de trabajo, que la selección de los centros fue aleatoriamente, siendo aquellos que contestaron el instrumento en el tiempo de estudio. Se sugiere profundizar el estudio de las variables que involucran desgaste o cansancio emocional en este tipo de organizaciones con más centros y su relación con la enfermedad profesional.

Conclusiones

Tras los resultados de las encuestas realizadas por el método ISTAS 21 a los trabajadores del sector de la salud y el análisis correspondiente se analiza que: El departamento de salud pública y sociología médica muestra una puntuación desfavorable en todos los apartados (exigencias psicosociales, control sobre el trabajo, inseguridad sobre su futuro, apoyo social y calidad de liderazgo, doble presencia y estima), por lo cual se requiere un análisis a profundidad para mejorar las condiciones de trabajo.

Según los resultados obtenidos en los distintos departamentos en el sector de la salud, todos muestran que el mayor riesgo psicosocial se da en el apartado de exigencias psicológicas ya que el personal médico de primer y segunda línea requieren trabajos rápidos, distribución irregular en las tareas, problemas de trabajo y desgaste emocional, para lo cual se plantean soluciones como una mejor distribución de carga laboral y análisis al personal médico con psiquiatras.

Se llegó a concluir que los trabajadores en el sector de la salud no son reconocidos adecuadamente por lo que presentan un disconfort total en este aspecto, esto se refleja en las puntuaciones de las encuestas ya que el 100% tienen una estima desfavorable. En el departamento de medicina y biología medica marca una puntuación intermedia a las dimensiones psicosociales de control con el trabajo e inseguridad sobre el futuro, es decir están en un nivel donde hay fallas con el control que estos tienen en el trabajo y se sienten preocupados por inestabilidad en el trabajo, cambio de sueldo u horarios en contra de su voluntad, pero en estos departamentos se puede corregir por medio de contratos establecidos y sueldos fijos que garanticen al trabajador una estabilidad emocional, como es el caso del departamento cirugía.

Finalmente, en la apartado de apoyo social y calidad de liderazgo reflejan una puntuación desfavorable en los departamentos de biología médica, medicina y salud pública, mientras que en el departamento de cirugía muestra una puntuación intermedia, esto ya que al sector de salud al ser una área donde los trabajadores como médicos, enfermera/os, personal administrativos requieren conocimientos previos y específicos para actuar con autonomía propia, por lo cual, no es necesario demasiada ayuda o intervención de terceros.

Referencias

1) Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud ISTAS. (7 de 2014). opsoq.istas21. (A. y. Instituto Sindical de Trabajo, Editor) Obtenido de https://copsoq.istas21.net/

2) corporacionaem. (2009). Asesoria de economía y de marketing. Obtenido de Asesoria de economía y de marketing: https://www.corporacionaem.com/tools/calc_muestras.php

3) ecuador, G. d. (2019). Hay más servidores públicos en educación, salud, seguridad, inclusión social y función judicial. Obtenido de Gobierno del ecuador: https://www.presidencia.gob.ec/hay-mas-servidores-publicos-en-educacion-salud-seguridad-inclusion-social-y-funcion-judicial/

4) Laborales, D. G. (10 de 2010). ISTAS 2002. Obtenido de psqcat21: https://treball.gencat.cat/web/.content/09_-_seguretat_i_salut_laboral/publicacions/psq_cat_21/imatges/questionari_de_la_versio_mitjana.pdf

5) Fernández García, R. (2013). La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo. San Vicente (Alicante), Spain: ECU. Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/utnorte/62308?page=22.

6) Méndez, N. C. P. (2018, 13 octubre). Riesgos Psicosociales y Salud Laboral en Centros de Salud. SCIELO.https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492018000300155&lng=es&nrm=iso

7. Mendoza-Llanos, R. (2017, 22 mayo). Hacia la validación del SUSESO ISTAS 21 versión breve en trabajadores de hospitales públicos. SCIELO. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718- 48082019000100015&lang=es

8. Fundación para la prevención de riesgos laborales. (2019, noviembre). Factores psicosociales (N.o 1). UGT. http://portal.ugt.org/saludlaboral/publicaciones_new/files_fichas_1_12/1- 12_fichas%20factores%20psicosociales.pdf

EDITORIAL
UTN
IBARRA - ECUADOR



http://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ideas
UTN
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
IBARRA - ECUADOR