

REVISTA INDEXADA EVALUADA POR PARES

VOL. 5 NUM. 3.1  
(2022: IMAGINACIÓN)

*Conciencia  
Digital*

**ISSN:2600-5859**



JULIO 2022

[WWW.CONCIENCIADIGITAL.ORG](http://WWW.CONCIENCIADIGITAL.ORG)  
[WWW.CIENCIADIGITALEITORIAL.COM](http://WWW.CIENCIADIGITALEITORIAL.COM)

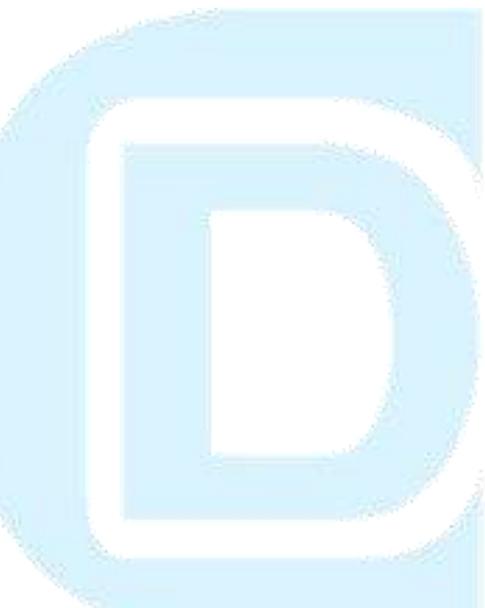
La revista Conciencia Digital se presenta como un medio de divulgación científica, se publica en soporte electrónico trimestralmente, abarca temas de carácter multidisciplinar.

**ISSN:** 2600-5859 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están constituidos por:

Tipos de artículos científicos:

- Estudios empíricos: Auténticos, originales, que comprueban hipótesis, abordan vacíos del conocimiento.
- Reseña o revisión: evaluaciones críticas de estudios o investigaciones, análisis críticos, para aclarar un problema, sintetizar estudios, proponer soluciones.
- Teóricos: Literatura investigada, promueven avances de un teoría, analizan las teorías, comparan trabajos, confirma la validez y consistencia de investigaciones previas
- Metodológico: Presenta nuevos métodos, mejoran procedimientos, comparan métodos, detallan los procedimientos.
- Estudio de casos: Resultados finales de un estudio, resultados parciales de un estudio, campos de la salud, campos de la ciencia sociales.





## EDITORIAL CIENCIA DIGITAL



**Contacto:** Conciencia Digital, Jardín Ambateño,  
Ambato- Ecuador

**Teléfono:** 0998235485 – (032)-511262

### **Publicación:**

**w:** [www.concienciadigital.org](http://www.concienciadigital.org)

**w:** [www.cienciadigitaleditorial.com](http://www.cienciadigitaleditorial.com)

**e:** [luisefrainvelastegui@cienciadigital.org](mailto:luisefrainvelastegui@cienciadigital.org)

**e:** [luisefrainvelastegui@hotmail.com](mailto:luisefrainvelastegui@hotmail.com)

### **Director General**

DrC. Efraín Velastegui López. PhD. <sup>1</sup>

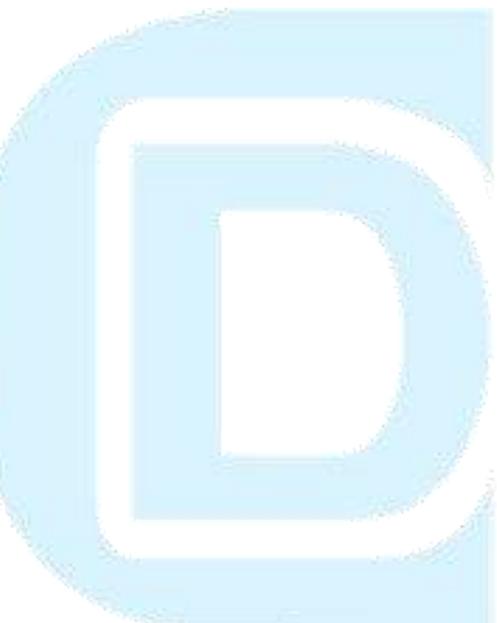
*"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".*

**Albert Szent-Györgyi**

<sup>1</sup> Magister en Tecnología de la Información y Multimedia Educativa, Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Doctor (PhD) en Conciencia Pedagógicas por la Universidad de Matanza Camilo Cien Fuegos Cuba, cuenta con más de 60 publicaciones en revista indexadas en Latindex y Scopus, 21 ponencias a nivel nacional e internacional, 13 libros con ISBN, en multimedia educativa registrada en la cámara ecuatoriano del libro, una patente de la marca Ciencia Digital, Acreditación en la categorización de investigadores nacionales y extranjeros Registro REG-INV- 18-02074, Director, editor de las revistas indexadas en Latindex Catalogo Ciencia digital, Conciencia digital, Visionario digital, Explorador digital, Anatomía digital y editorial Ciencia Digital registro editorial No 663. Cámara ecuatoriana del libro, Director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

## PRÓLOGO

El desarrollo educativo en Ecuador, alcanza la vanguardia mundial, procurando mantenerse actualizada y formar parte activa del avance de la conciencia y la tecnología con la finalidad de que nuestro país alcance los estándares internacionales, ha llevado a quienes hacemos educación, a mejora y capacitarnos continuamente permitiendo ser conscientes de nuestra realidad social como demandante de un cambio en la educación ecuatoriana, de manera profunda, ir a las raíces, para así poder acceder a la transformación de nuestra ideología para convertirnos en forjadores de personalidades que puedan dar solución a los problemas actuales, con optimismo y creatividad de buscar un futuro mejor para nuestras educación; por ello, docentes y directivos tenemos el compromiso de realizar nuestra tarea con seriedad, respeto y en un contexto de profesionalización del proceso pedagógico



# Índice

1. Violencia contra la mujer en el barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja  
Violencia contra la mujer en el barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja

(Alexandra Luzmila Ayala Erráez, José Alberto Rivera Costales , Jenny Irlanda Tapia Segarra)

06-27

---

2. Factores que inciden de la comunicación asertiva en el desarrollo organizativo del turismo comunitario del mirador Tzunantza, Ambato, Ecuador

(Segundo Ángel Caiza Tisalema, Andrés Ernesto Cañizares Medina, Blanca de los Ángeles Herrera Hugo)

28-42

---

3. El método comunicativo para la innovación en la enseñanza de la destreza oral, en inglés como lengua extranjera

(Luis Francisco Mantilla Cabrera, Mayra Alexandra Carrillo Rodríguez, Enrique Jesús Guambo Yerovi , Jimena Elizabeth Rivadeneira Mora)

43-56

---

4. Análisis exploratorio entre modelos matemáticos predictivos, aplicados a la producción de energía mediante series temporales

(Guido Javier Mazón Fierro, Pamela Alexandra Buñay Guisñan)

57-78

---

5. Efectividad en la hipoplasia transversal maxilar con aparatología convencional versus Hyrax híbrido: revisión de la literatura

(Miriam Micaela Zambrano Mosquera, Miriam Verónica Lima Illescas)

79-99

---

6. Reabsorción radicular asociada a tratamientos de ortodoncia con extracciones dentales: revisión de la literatura

(Pricila Katherine Veloz Gutiérrez , Miriam Verónica Lima Illescas)

100-118

---

7. The impact of video recording in EFL oral production tasks with college students

(Silvia Elizabeth Cárdenas Sánchez, Patricia Pilar Moyota Amaguaya, María Mercedes Gallegos Núñez)

119-128

---

8. Relación entre la educación superior y las demandas del mercado laboral caso ESPOCH

(Ligia Maricela Niama Rivera, Ana Lourdes Moyano Tapia)

129-147

---

9. La educación en tiempos de pandemia del COVID-19 y su incidencia en el desarrollo de habilidades sociales e inteligencia emocional

(Luis Henry Gusqui Cayo, Yesenia Dalila Amaguaña Huebla, Ana Cecilia Aguagallo González, Tania Leonor Parra Proaño)

148-161

---

10. Propuesta de una aplicación móvil para el acceso a geo-información del transporte público de Riobamba

(Brando Israel Toledo Yanza, Gisel Katerine Bastidas Guacho, Jorge Alfredo Caiza Balseca, Patricio Xavier Moreno Vallejo)

162-183

---

11. Prospectivas del deporte universitario en la ESPOCH: Una estrategia para su desarrollo y sustentabilidad

(Iván Giovanni Bonifaz Arias, Orlando David Mazón Moreno, Jorge Giovanni Tocto Lobato, Luis Gustavo Díaz)

184-199

---

12. La nueva gestión de gobernanza para las instituciones públicas del estado

(Andrés Gustavo Loza Torres, Andrea del Pilar Ramírez Casco)

200-216

---

13. Análisis del proceso de manufactura mediante proceso de ingeniería inversa de un cabezote de un motor de 100 cc. para la industria automotriz

(Edgar Fabián Sánchez Carrión, Edison Patricio Abarca Pérez, Elvis Enrique Arguello)

217-235

---

14. Optimización del proceso de fundición mediante el proceso de ingeniería inversa y aditiva de un cabezote de un motor de bajo cilindraje

(Edgar Fabián Sánchez Carrión, Edison Patricio Abarca Pérez, Elvis Enrique Arguello)

---

15. Entrenamiento de redes neuronales recurrentes usando la dimensión de encaje en el espacio de las fases

(Nelly Patricia Perugachi Cahueñas, Mariela Micaela Moreno Palacios, Arquímedes Xavier Haro Velasteguí)

254-274

---

16. La marca "ESPOCH politécnica Latinoamericana por el comercio justo", como respuesta al mercado del consumidor

(Ligia Maricela Niama Rivera, Ruth Genoveva Barba Vera, María Lorena Villacrés Pumagualle)

275-288

---

17. Modelo matemático para el análisis del comportamiento térmico en el proceso de soldadura de un acero estructural mediante un software con base en el método de elementos finitos

(Mayra Elizabeth Villacís Ramón, Jorge Luis Yaulema Castaneda)

289-314

---

18. Propagation models applied to LTE technologies in residential areas in Riobamba – Ecuador

(Geraldine Crespín Angulo, Cristhian Bermeo Reyes, Johan Chico Vallejo)

315-332

---

19. Las smart cities latinas. Factores que impiden su desarrollo

(Joyce Marcelo Arias Pereira)

333-345

---

20. El comportamiento de los empleados públicos de Guayaquil incide en la satisfacción de los usuarios

(Jean Steve Carrera López, Deyton Darío Bedor Vargas, Manuel Orlando Huacón Arévalo)

346-361

---

21. Inconstitucionalidad tributaria del decreto ejecutivo No. 298 reducción del impuesto a la salida de divisas

(José Luis Vásquez Fuentes, Renato Estuardo Paredes Cruz, Mayra Paola Cortez Ocaña)

362-374

---

22. La sociedad de acciones simplificadas, dentro del contexto de contractualización entre cónyuges en el Ecuador

(José Luis Vásconez Fuentes , Lorena Alexandra Jaramillo Rubio, Mayra Paola Cortez Ocaña)

375-386

---

23. Problemas de la geología económica en proyectos mineros

(Lissette Fernanda Alvarado Barrera, Ricardo Andrés Sánchez Carrillo, Renato Estuardo Paredes Cruz)

387-405

---

24. Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales

(Yesenia Esthefania Pillapa Vargas, Manolo Alexander Córdova Suárez, Daniel Alfonso Cabrera Valle)

406-423

## Violencia contra la mujer en el barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja

*Violence against women in the City Alegria neighborhood of the city of  
Loja*

- <sup>1</sup> Alexandra Luzmila Ayala Erráez  <https://orcid.org/0000-0003-1206-2746>  
Lic. en Trabajo Social, Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador.  
[alexandra.ayala.29@est.ucacue.edu.ec](mailto:alexandra.ayala.29@est.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> José Alberto Rivera Costales  <https://orcid.org/0000-0001-9965-081X>  
Magister Marketing, Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador.  
[jriverac@ucacue.edu.ec](mailto:jriverac@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Jenny Irlanda Tapia Segarra  <https://orcid.org/0000-0002-9479-7692>  
Maestría en Trabajo Social Familiar, Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador.  
[jtapias@ucacue.edu.ec](mailto:jtapias@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/04/2022

Revisado: 25/05/2022

Aceptado: 27/06/2022

Publicado: 14/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2220>

Cítese:

Ayala Erráez, A. L., Rivera Costales, J. A., & Tapia Segarra, J. I. (2022). Violencia contra la mujer en el barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja. *Conciencia Digital*, 5(3.1), 6-27. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2220>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

violencia contra las mujeres, derechos, abuso de poder, intervención.

**Keywords:**

violence against women, rights, abuse of power, intervention.

**Resumen**

La violencia contra la mujer se transformó en un problema social y de salud, por lo tanto, diferentes acciones se realizan para tratar de detener este fenómeno, sin embargo, no ha sido posible en su lugar Ecuador reporta cifras alarmantes de violencia, por tal razón, se realiza esta investigación cuyo objetivo es prevenir la violencia contra las mujeres en el barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja, mediante la propuesta de un Programa de Trabajo Social que concientice a las familias de este sector sobre la importancia del reconocimiento de sus derechos con la finalidad de generar una convivencia libre de violencia. El estudio de corte cuantitativo se basa en la aplicación de encuestas a 344 mujeres del barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja, las mismas que analizadas estadísticamente demuestran que prevalece la violencia psicológica en un 55.52%, aunque no se registra que exista violencia sexual en la muestra obtenida, pero este resultado no concuerda con el tipo de valoración que dan a su ambiente familiar, por lo cual, el trato que recibe la mujer dentro de su hogar es considerado como una rutina o parte de su diario vivir. Según los resultados las mujeres son conscientes de ser víctimas de violencia (99,42%), pero lo soportan y permiten que el abuso de poder por parte del hombre y desigualdad entre hombres y mujeres siga creciendo y se difunda, acciones fomentadas desde el núcleo familiar, por reacciones negativas de familiares y vergüenza a la sociedad. Adicionalmente, las principales características de violencia contra la mujer son la reiteración de epítetos que menoscaban la dignidad, menosprecio y desvalorización al generar consecuencias notables como el estrés, la ansiedad y la desconfianza hacia las demás personas.

**Abstract**

Violence against women has become a social and health problem, therefore, different actions are carried out to try to stop this phenomenon, however, it has not been possible instead Ecuador reports alarming figures of violence, for this reason, this research is carried out whose objective is to prevent violence against women in the City Alegría neighborhood of the city of Loja, through the proposal of a Social Work Program that makes families in this sector aware of the importance of recognizing their rights in order to generate a coexistence free of violence. The

---

quantitative study is based on the application of surveys to 344 women from the Ciudad Alegria neighborhood of the city of Loja, the same ones that statistically analyzed show that psychological violence prevails in 55.52%, although there is no record of sexual violence in the sample obtained, but this result does not agree with the type of assessment they give to their family environment, therefore, the treatment that women receive within their home is considered as a routine or part of their daily lives. According to the results, women are aware of being victims of violence (99.42%), but they put up with it and allow the abuse of power by men and inequality between men and women to continue to grow and spread, actions promoted from the core family, due to negative reactions from relatives and embarrassment to society. Additionally, the main characteristics of violence against women are the reiteration of epithets that undermine dignity, contempt, and devaluation by generating notable consequences such as stress, anxiety, and mistrust of other people.

---

## Introducción

La violencia, se traduce en términos de maltrato, abuso o acoso, mundialmente alcanza proporciones enormes en la actualidad, tal es así que se ha transformado en una preocupación de salud pública en numerosos países debido a las graves consecuencias que conlleva a mediano y largo plazo en quienes la experimentan (Poll et al., 2012).

Sin embargo, la violencia de género es un término de introducción reciente y se ha definido, como una manifestación de la discriminación, la situación de desigualdad y las relaciones de poder de los hombres sobre las mujeres, lo cual implicaría una violencia que se dirige contra las mujeres por el simple hecho de serlo. Cabe destacar que la Declaración sobre la Eliminación de la Violencia Contra la Mujer de la organización de las Naciones Unidas en el año 1994, fue el primer instrumento internacional de Derechos Humanos que aborda de forma explícita la violencia de género, con un concepto:

[...] todo acto de violencia basado en la pertenencia al sexo femenino, que tiene como resultado posible o real un daño físico, sexual o psicológico para las mujeres, incluidas las amenazas de tales actos, la coerción o la privación arbitraria

de libertad, ya sea que ocurra en la vida pública o privada. (Chávez & Juárez, 2016)

Vinculado a lo anterior, en Ecuador, la violencia de género es un tema que para muchos se ha vuelto alarma de estado, siendo un problema que afecta negativamente la calidad de vida de las mujeres que lo sufren, esto se puede evidenciar en la Encuesta de Relaciones Familiares y Violencia de Género, realizada en el país en diciembre de 2011 entre el INEC, la Comisión de Transición y el Ministerio del Interior (Chávez & Juárez, 2016), además Goyas et al. (2018), exponen que la violencia contra la mujer, está presente en 6 de cada 10 mujeres, frente a lo cual, el gobierno constantemente formula estrategias y políticas orientadas a erradicar todo tipo de violencia, por ejemplo, la tipificación del femicidio en la legislación vigente, aunque esto no es suficiente para disminuir el índice de mortalidad de mujeres, por tal razón, es de importancia tratar este tema que ha sido postergado en la sociedad lojana por atender problemas sociales como la emergencia sanitaria por COVID 19 y la delincuencia (Del Pozo et al., 2021), sin embargo, mediante la presente investigación se resalta una gran problemática que amerita la intervención social oportuna para contrarrestar la violencia contra la mujer.

Efectivamente, la violencia contra la mujer en la ciudad de Loja, donde se encuentra el Barrio Ciudad Alegría. Según Herrera (2019), representa una problemática social de gran impacto y repercute en el elevado índice de morbilidad de mujeres maltratadas, en función de ello, se hace importante dar a conocer a la población local y público en general sobre los tipos de violencia que se comete contra la mujer, con sus características, causas y consecuencias, así como el programa de intervención social más efectivo que se debe desarrollar por las autoridades locales para generar conciencia en los ciudadanos con referencia a la importancia de fomentar la prevención de cualquier tipo de maltrato contra las mujeres para promover una convivencia sana y libre de violencia en observancia a sus derechos mejorando su calidad de vida, originando en las familias una actitud de buen trato a las mujeres, garantizando el pleno ejercicio de sus derechos humanos que les compete por ser miembros de la sociedad y lo que se sustenta en la Declaración Universal de los Derechos Humanos.

### *Referencial Teórico*

#### *Violencia*

La violencia se presenta como un acto que genera daño a una persona que se ataca ya sea con golpes o palabras ofensivas; como afirma Montoya (2016), representa la manifestación deliberada del ejercicio del poder o de la fuerza física tanto a escala emocional como en forma de amenaza contra una persona cuya finalidad será generarle daño o lesión de tipo físico o psicológico.

### *Características de la violencia*

La violencia en forma general tiene varias características detalladas a continuación:

*Indefensión.* - Hace referencia a la mujer que ha sido agredida o a experimentado alguna clase de violencia ya sea en su infancia, adolescencia o adultes y no ha recibido ninguna clase de protección por parte del Estado, la sociedad o sus familiares, dejándola indefensa ante sus agresores (García & Tacha, 2020).

*Abandono reiterado durante el transcurso de la vida de la mujer.* - Abandono físico o afectivo de su madre, padre o pareja durante alguna etapa de su vida, es decir, al sentirse abandonada se origina la depresión en ella (Rosas, 2019).

*Impotencia.* - La obligación de soportar el maltrato ya sea de su madre, hijos, padre, hermanos o pareja, y el no haber podido hacerse valorar o reconocer sus derechos, se someten a las humillaciones de sus agresores, sintiéndose impotentes al no poder defenderse por creerles que tienen derecho a maltratarlas (Paredes, 2018).

*Menosprecio.* - Cuando la opinión de una mujer sobre algún tema, no se le toma en cuenta, se le ignora por completo, de tal forma se invisibiliza su presencia ante los demás miembros de la familia o del grupo social en el que participa (Cardona, 2021).

*Injusticia.* - La mujer no puede ejercer autoridad porque su padre o madre siempre fomentan el machismo, al tomar solamente en cuenta la opinión de los hombres o al permitir que sus hermanos las maltraten ya sea de forma física o psicológica al proliferar insultos contra ella (Añón, 2021).

*Subordinación.* - Resultado de la imposición de una ideología patriarcal, donde se considera que el hombre es el único que tiene derecho a tomar decisiones, lastimar y maltratar a la mujer porque se supone que no tiene derecho alguno cuando ha cometido alguna ofensa que se cree es grave, esto se manifiesta en el trato que la desvaloriza, la somete, la humilla y deteriora su integridad (Rivera, 2017).

*Opresión.* - Es cuando la mujer es manipulada y maltratada por su padre, hermano o pareja de forma física o psicológica porque creen tener el derecho de hacerlo sin respetar su dignidad (Linares et al., 2019).

*Miedo.* - Sensación desagradable provocada por represalia o amenazas, causándole miedo a decir algo o a denunciar (Rivas & Bonilla, 2019).

*Infidelidad.* – Para Carvajal (2021), es cuando el hombre mantiene relaciones íntimas con otras mujeres fuera de la que es actualmente su pareja, la cual es violentada psicológicamente, porque esto le genera ansiedad, depresión y en casos más graves el suicidio.

*Amenaza.* - Es el acto de amenazar a la mujer maltratada con que, si comenta algo sobre su maltrato a alguien, le hará un daño mayor (Espinoza, 2017).

#### *Tipos de violencia*

*Violencia física.* - Se caracteriza por atacar a la mujer mediante golpes, puñetazos, patadas, o al atacarla con algún objeto que le causa daño físico, lo cual se basa en la relación de subordinación y el ejercicio de poder por parte del hombre, produciendo el deterioro de la integridad de la víctima. Este tipo de violencia se considera ser el más frecuente (Rivadeneira, 2017).

*Violencia sexual.* - Es una clase de agresión en la que de acuerdo con Cobo (2019), se observa de forma frecuente que el hombre obligue a la mujer por la fuerza a tener relaciones íntimas con él sin su consentimiento.

*Violencia psicológica.* - El agresor prolifera una serie de palabras que degradan, humillan y desvalorizan a la mujer, este tipo de violencia puede ser perpetrada por su padre, madres, familiares o pareja (Gallegos et al., 2019).

*Violencia patrimonial.* - Este tipo de violencia como lo manifiestan Maldonado et al. (2019), se considera cuando la mujer no puede acceder al dinero porque sus labores domésticas no implican una ganancia, lo cual limita su economía y fomenta el deterioro de su calidad de vida, así como el de sus hijos en consecuencia.

*Violencia Política.* - Omitir la participación de la mujer en acciones políticas debido a que se cree que no tienen el derecho, anulando y transgrediendo el ejercicio de sus derechos porque presenta el menoscabo de sus capacidades y desarrollo (Alanís, 2017).

#### *Causas de violencia*

Entre las principales causas de la violencia contra la mujer, se distinguen las siguientes: Abuso de poder del hombre sobre la mujer en el hogar; obediencia de la mujer hacia su padre, hermanos o pareja; desigualdad entre hombres y mujeres en la familia de la mujer maltratada; costumbres aplicadas por los familiares, en las que se da el derecho a los hombres para expresar palabras ofensivas, a tomar decisiones y a golpear a las mujeres de la casa.

#### *Consecuencias de la violencia*

Requena (2017), indica que las principales consecuencias de la violencia contra la mujer son: Aislamiento, ansiedad, estrés, inseguridad física y emocional, rabia, desconfianza hacia las demás personas, depresión, desorden alimenticio, consumo de sustancias psicoactivas, consumo de tabaco.

### *Familia*

Es un tipo de institución social que se organiza mediante un sistema abierto, es decir se conforma de personas que tienen un vínculo especial para convivir en armonía en base a la aplicación de normas de comportamiento que surgen en su dinámica de desarrollo, con lo que se genera un ambiente de pertenencia y se transforma en el modelo base de las relaciones sociales de cada persona (Mazo et al., 2019).

### *Funciones de la familia*

La función esencial es transmitir los valores a sus miembros, permitiéndoles desarrollar emociones de vinculación e identidad que se basan en la colaboración, el respeto y el amor, manteniendo un sistema de convivencia bien organizado y en base a la disciplina, por lo que se propone fundamentar en los integrantes la obediencia y el respeto a los demás, las principales funciones (Irueste et al., 2020), son:

*Función económica.* - La capacidad de generar ingresos para el sustento de los miembros, además del pago de cuentas, los ahorros y otras necesidades materiales (Irueste et al., 2020).

*Función biológica.* - Garantiza la procreación de la descendencia con el propósito de preservar la especie mediante la reproducción de sus miembros, así como la satisfacción de los deseos sexuales entre los cónyuges (Irueste et al., 2020).

*Función de cuidado y cooperación.* - Cumplir los roles de protección y cooperación para el cuidado de los miembros (Irueste et al., 2020).

*Función afectiva.* – Se basa en el amor incondicional y la dedicación bajo cualquier circunstancia. Cada persona debe sentirse querida, en especial los niños, pues es importante para que logren su autorrealización (Irueste et al., 2020).

*Función recreativa.* - La recreación es una de las funciones de la familia que pareciera de menos importancia. Sin embargo, es indispensable para la unión en los miembros (Irueste et al., 2020).

*Función educativa y social.* - Se deben inculcar valores y enseñarles el comportamiento adecuado para convivir en armonía. El apoyo de los padres en el ámbito de la conducta y a nivel emocional es fundamental (Irueste et al., 2020).

*Función de identificación.* - Esta función debe estar interconectada con las demás; ya que dentro de la familia es donde el pequeño de la casa podrá descubrirse a sí mismo, desarrollar su propia personalidad, establecer su identidad y reconocerse como ser sexuado (Irueste et al., 2020).

*Función emancipadora.* - La familia debe ofrecer un sentido de independencia y autonomía para que el niño pueda desenvolverse con facilidad ante los diferentes retos y circunstancias de la vida (Irueste et al., 2020).

*Función cultural-espiritual.* - La familia tiene el deber de educar en valores a los más pequeños mediante el diálogo y la comunicación, de tal forma que estos sean practicados y respetados (Irueste et al., 2020).

### *Relaciones sociales*

Las relaciones sociales comprenden un sistema complejo en el que se requiere equilibrar la intervención de cada persona, facilitando el espacio para que otras personas también puedan opinar y participar de actividades comunes en un marco integrador y equitativo, donde se respeten los derechos de todas las personas para promover su crecimiento intelectual, emocional e integral en fomento de su bienestar para que tengan una adecuada calidad de vida (Luzuariaga, 2019).

### *Relación entre ambiente y relaciones familiares*

El ambiente familiar como lo afirman Marín et al. (2019), tienen gran repercusión en el desarrollo de la mujer en el aspecto físico y emocional mediante sus relaciones sociales por creer que esta constituye la base de desarrollo social. De esta manera, la familia representa un elemento que protege a la persona durante su desarrollo de ciertos aspectos que influirán de forma directa en la determinación del tipo de personalidad que posee.

Mediante las relaciones sociales desarrolladas en el ambiente familiar, se construye una variedad de normas y valores necesarios en la personalidad que ayudan a mantener una relación y convivencia armónica con las demás personas, esto genera experiencias personales que permiten mejorar como persona al aportar bienestar a la sociedad y tener una adecuada calidad de vida. Pero cuando el ambiente familiar es inadecuado afecta el desarrollo de las

relaciones interpersonales, así como las relaciones familiares y los estilos de

comunicación que son parte esencial del ambiente familiar, es decir, los hijos internalizan todo lo que los padres y su entorno social exponen, convirtiendo a la familia en el primer grupo proveedor de valores.

### **Metodología**

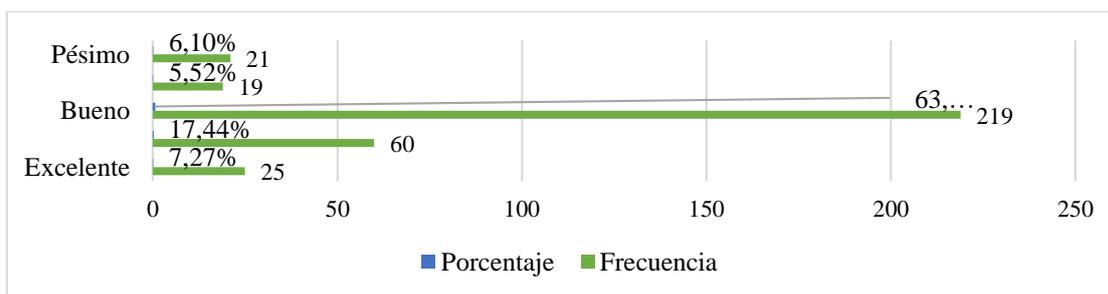
El estudio desarrollado posee un enfoque cuantitativo por la comparación de datos numéricos que fueron interpretados utilizando técnicas de estadística básica. El universo se conformó por 3.300 mujeres que habitan en el Barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja. De esta población se seleccionó una muestra de 344 mujeres, mediante el tipo de

muestro no probabilístico. Para la ejecución de la encuesta, se realizó la visita domiciliaria donde se aplicó personalmente. El total de respuestas obtenidas en la encuesta se tabularon con el software Excel, donde se diseñó las figuras estadísticas para su representación e interpretación.

### Resultados

En observancia a los objetivos propuestos en la investigación, se llevó a cabo una encuesta a 344 mujeres, cuyos resultados se exponen a continuación:

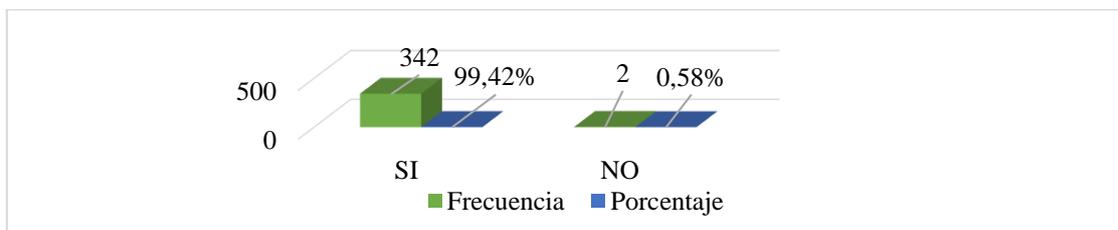
**Figura 1**  
*Ambiente familiar del hogar*



*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

Según los datos expuestos en la figura 1, se puede observar que 219 mujeres correspondiente al 63.66% poseen un ambiente familiar Buena, el restante se divide en: 60 con Muy buena, 25 con Excelente, 21 con Pésimo y por último 19 con Decadente. La diferencia entre los hogares es notable, generando la incógnita del ¿Por qué las mujeres califican su hogar como Buena y no como Excelente o Muy Buena?, podría ser que mantener silencio y no hablar sobre sus problemas es considerado como un ambiente familiar buena, sin embargo, no significa que no exista violencia, sino que en muchas ocasiones las mujeres prefieren pasar por alto las situaciones relacionadas para convivir en paz con sus familiares.

**Figura 2**  
*Conocimiento del término violencia*

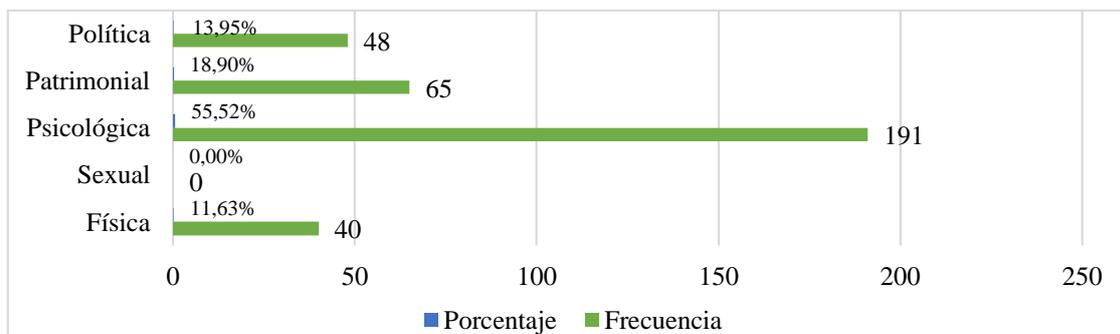


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

Conforme a lo mostrado en la figura 2, se aprecia que 342 mujeres del Barrio Ciudad Alegría que equivalen al 99.42% tienen conocimiento del vocablo violencia y su significado, en tanto que, el 0.58% no conoce dicha definición, por tal razón, se concluye que las mujeres de este sector son conscientes de las situaciones que incurren en violencia.

**Figura 3**

*Tipos de violencia que sufren las mujeres*

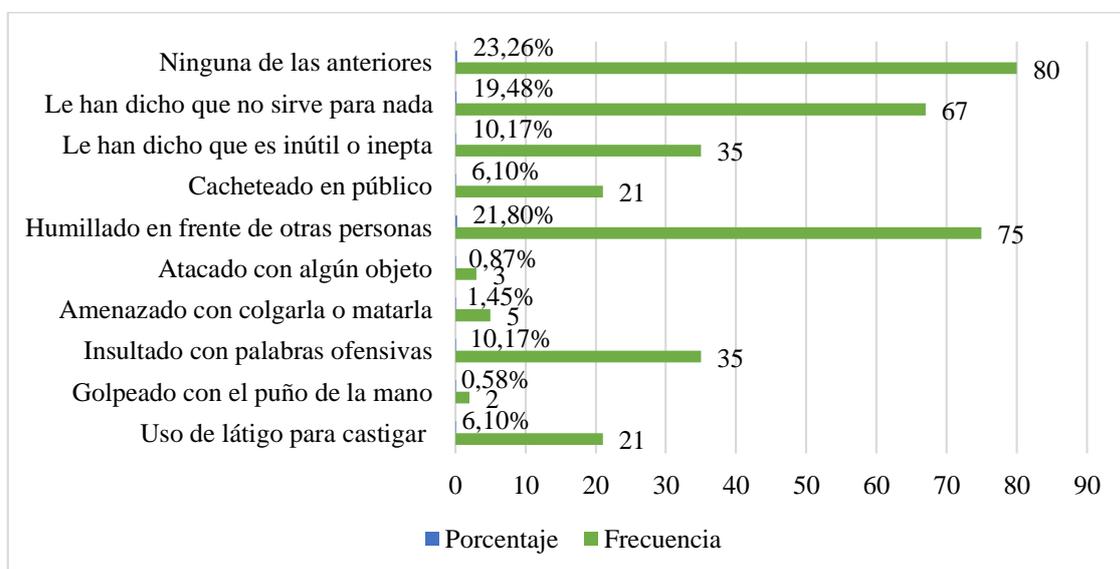


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

Los resultados de la figura 3, expresan que la violencia psicológica es el principal daño que padece el 55.52% de las mujeres encuestadas, seguido de la violencia patrimonial, política y física, sin embargo, no hay registro de violencia sexual. Los resultados expuestos muestran que, en este sector de la ciudad de Loja, hay violencia contra la mujer, por lo que es necesario intervenir de forma oportuna y pertinente.

**Figura 4**

*Acciones que representan violencia perpetradas contra las mujeres*

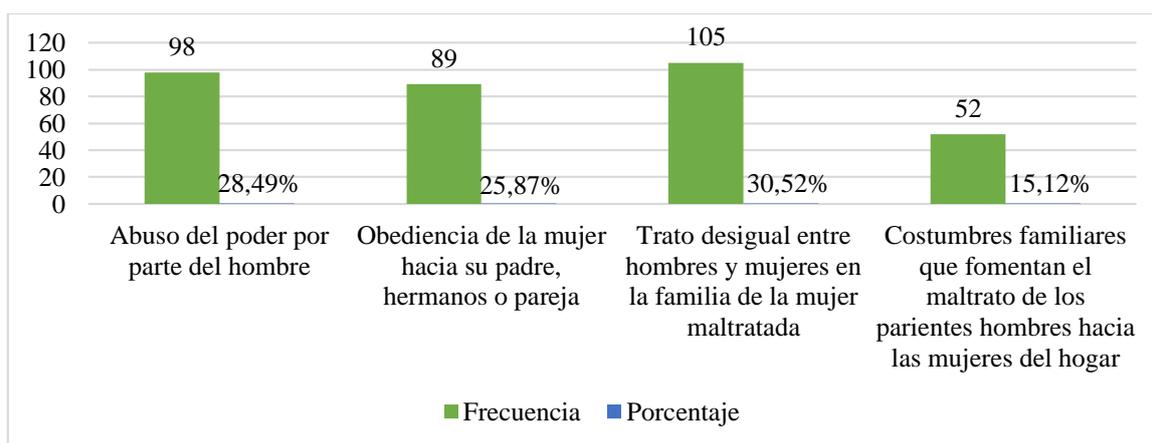


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

A través de la información representada en la figura 4, la principal acción es la *humillación pública*, igualmente, la frase *no sirves para nada* siempre está presente en las discusiones, genera malestar y daño psicológico a la persona a la cual van dirigidas, estas acciones generan emociones negativas que, al no ser adecuadamente procesadas, les infunde sentimientos de desvaloración, baja autoestima y limita su desarrollo en la sociedad.

**Figura 5**

*Causas de la violencia contra la mujer en el hogar*

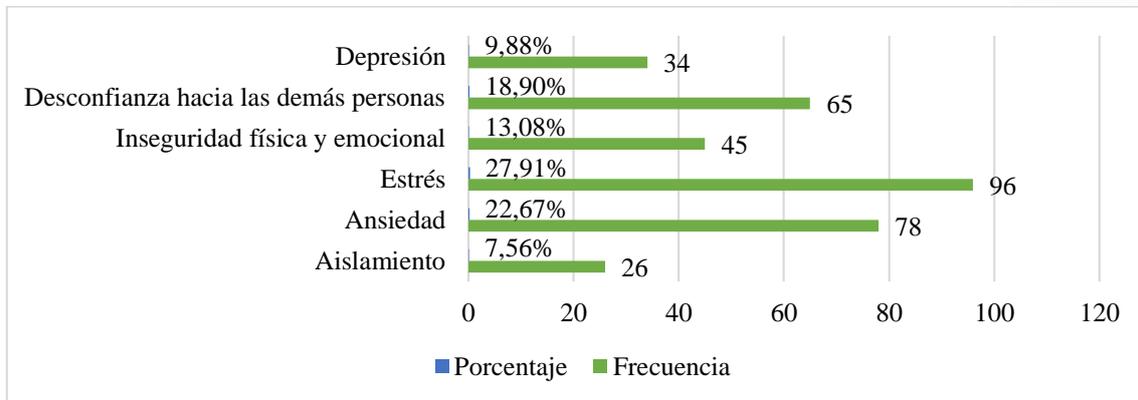


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

Conforme a los resultados apreciados en la figura 5, un total de 105 mujeres revelan que la violencia en su hogar se debe al trato desigual que se aplica entre hombres y mujeres, con un porcentaje equivalente al 30.52%, por otro lado, 98 mujeres correspondientes al 28.49% señalan que la causa es el abuso del poder por parte del hombre, asimismo la obediencia de 89 mujeres hacia los hombres de su familia representan el 25.87% relacionado directamente a las costumbres familiares con un porcentaje de 15.12% están bien arraigadas en el núcleo familiar dañando la convivencia y generando un círculo de violencia. Cabe notar que los factores señalados por las mujeres del Barrio Ciudad Alegría como causantes de la violencia proceden de una sociedad donde se ha transmitido una variedad de ideas, costumbres y estilos de crianza, estas personas no tenían conocimiento de lo que es la violencia, por esa razón, la utilizaban contra sus esposas, hermanas o hijas sin considerar el daño que les generaban.

**Figura 6**

*Consecuencias que genera la violencia en las mujeres*

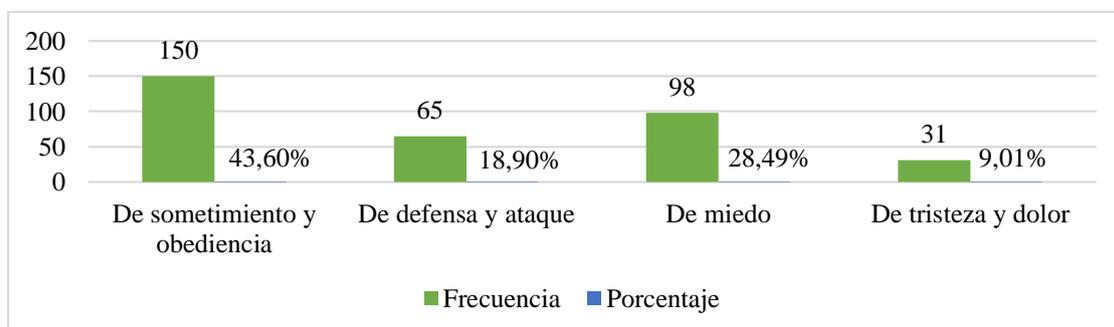


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

En la figura 6, se visualiza que la principal consecuencia de la violencia contra las mujeres es el estrés (27.91%), al considerar que puede generar dolores, agotamiento y cambiar el carácter de una persona puede causar más problemas en el entorno familiar, además, si es acompañado por la ansiedad (22,67%), la depresión (9.88%) y el aislamiento (7.56%) puede conducir a realizar acciones peligrosas, incluso generan un camino directo a la desconfianza hacia las demás personas (18.90%) e imposibilitar la convivencia en sociedad por la inseguridad física y emocional (13.08%) que ha creado por la violencia vivida.

**Figura 7**

*Actitud de la víctima frente al agresor*



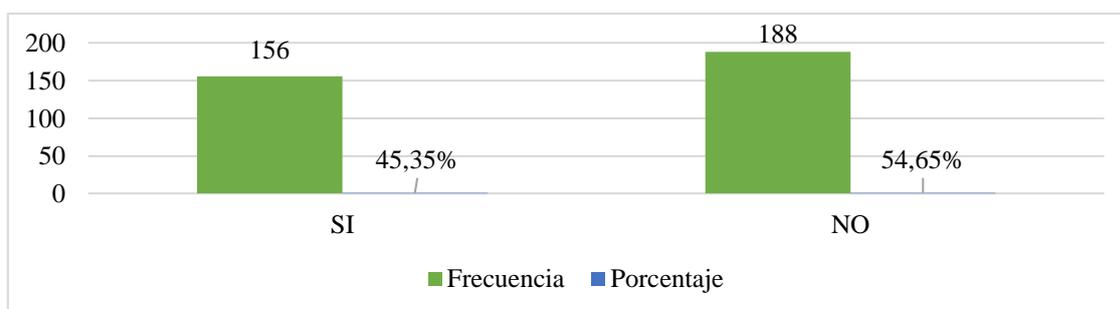
*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

A través de la información detallada en la figura 7, se visualiza que las mujeres se someten y obedecen a su agresor en un 43.60% de las veces, esta acción está relacionada directamente con el miedo (28.49%) que sienten a recibir algún tipo de daño grave. Esta situación permite apreciar que las mujeres del Barrio Ciudad Alegría son víctimas de

violencia y prefieren no actuar contra su agresor (18.90%) por temor a que les pueda causar más perjuicio y se refugian en la tristeza y el dolor (9.01%) aguantando todo solas.

**Figura 8**

*Comentarios de las mujeres violentadas sobre el trato recibido en el hogar con alguien más*

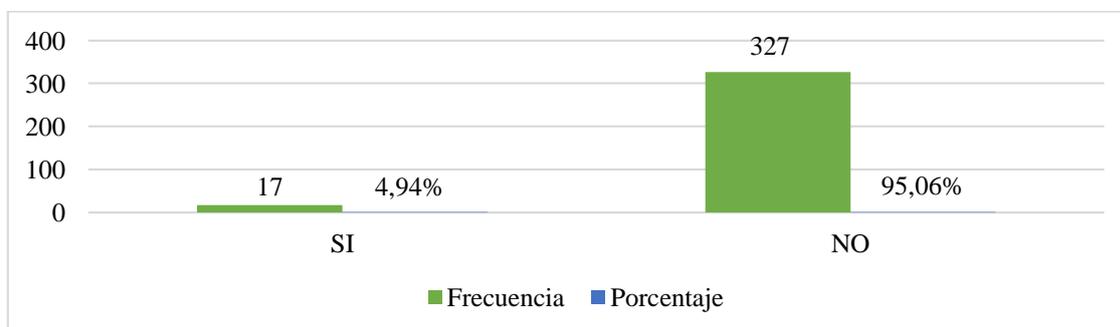


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

En la figura 8 se puede observar que el 54.65% de las mujeres prefiere no comentar los problemas que existen en su hogar, permanecen en silencio aguantando todo tipo de violencia, las mujeres que pertenecen al 45.35% que si han comentado es por la necesidad de desahogo y liberar las emociones negativas que esta situación les provoca, no porque sientan la necesidad de denunciar dicha acción para pararla y mejorar su calidad de vida.

**Figura 9**

*Necesidad de acudir a una institución para recibir atención física o psicológica luego de haber sido víctima de algún tipo de violencia*

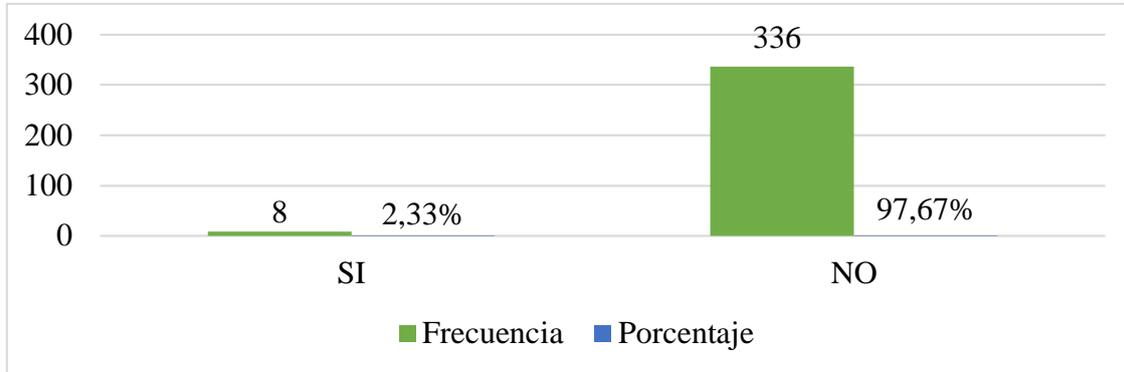


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

En la figura 9, expone que el 95.06% de mujeres no han acudido a alguna institución para recibir atención física o psicológica luego de haber sido víctima de algún tipo de violencia, seguramente porque quieren evitar causar más problemas o recibir alguna venganza de su agresor, sin embargo, el 4.94%, que si lo han acudido a una institución lo han hecho debido a las lesiones generadas por su agresor.

**Figura 10**

*Acudida a un centro de apoyo social para recibir ayuda que permita solventar de alguna manera la situación presentada en el hogar*

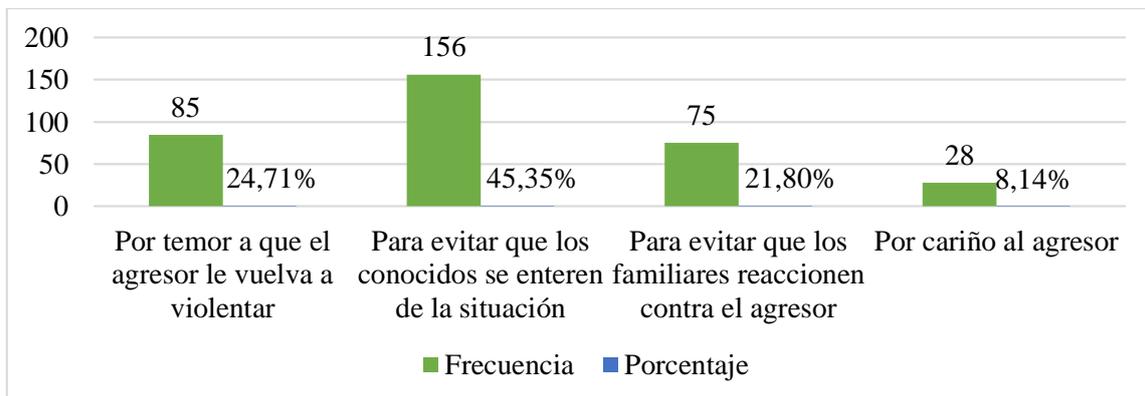


*Nota.* Resultados de encuesta aplicada a mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

Mediante la observación de la figura 10, se evidencia que al igual que en la figura 9 las mujeres víctimas de violencia prefieren no pedir ayuda y permanecer en silencio, puede ser debido al miedo o venganza por parte de su agresor (revisar gráfico 7) o la costumbre de ser tratadas de forma violenta esta tan arraigada en su ser que consideran normal el comportamiento abusivo de su agresor (revisar figura 5).

**Figura 11**

*Razones para no pedir ayuda a algún familiar, amigo o entidad competente.*



*Nota.* Resultados de encuesta aplicada mujeres que son víctima de violencia en el Barrio Ciudad Alegría.

Se puede apreciar en la figura 11, que el 45.35% de mujeres no han pedido ayuda a algún familiar, amigo o entidad competente para evitar que los conocidos se enteren de la situación y hablen cosas negativas que le afecten a su entorno familiar, igualmente el 21.80% no han pedido ayuda para evitar que sus familiares reaccionen con violencia contra su agresor en un acto de defensa de la integridad física de su familiar. En otras circunstancias, el 24.71% justifica la acción de permanecer en silencio por temor a que

su agresor las vuelva a agredir, considerando que los daños que puedan recibir serían más fuertes incluso podrían causar la muerte. Otras se escudan en un sentimiento de cariño hacia el agresor (8.14%) debido a la costumbre de estar juntos, no poder ser responsable de su familia o enfrentar sola el futuro.

### Discusión

- En la presente investigación, se identificó lo siguiente:
  - El principal tipo de violencia que sufren las mujeres de este barrio es la violencia psicológica en un 55.52% de los casos, después se encuentran la violencia patrimonial, política y física. Resultado que concuerda con estudios en España donde confirman que las mujeres españolas experimentan maltrato psicológico y físico por los celos mal fundados de sus parejas.
  - Las causas de violencia contra la mujer están relacionadas con el trato desigual entre hombres y mujeres en un 30.52% de los casos, relacionado directamente con el abuso de poder, obediencia al género masculino y las costumbres familiares transmitidas por generaciones al fomentar la proliferación de actitudes de superioridad en sus familiares varones que los incentiva a violentarlas psicológicamente como lo demuestran los resultados obtenidos (revisar figura 3).
  - Igualmente, es necesario dar a conocer las acciones que se presentan en el hogar y son indicadores de violencia, es decir, humillaciones en frente de otras personas, palabras que las desvalorizan como ser humano e insultos, resultados que respaldan la investigación desarrollada en España por Piatti en el 2020, al demostrar que la forma más frecuente de manifestar la violencia contra el género femenino es mediante los insultos que lastiman emocionalmente en la mayoría de los casos, aunque en otros casos las mujeres no lo consideran violencia sino una costumbre o permanecen en silencio aguantando todo para evitar ser juzgada socialmente.
  - Lo anteriormente descrito y analizado es la base fundamental sobre la cual las consecuencias que trae consigo la violencia crecen y se hacen presentes en el barrio Ciudad Alegría, siendo el estrés en un 27.91% la principal consecuencia, sin embargo no pueden descartarse la ansiedad, desconfianza hacia las demás personas, inseguridad física, emocional y depresión, que según los datos analizados poseen un porcentaje similar al estrés (revisar figura 6), pero debemos considerar que tal vez a simple vista las consecuencias no sean consideradas graves, sin embargo la unión de ellas puede llevar a una persona a realizar acciones que atenten contra su integridad física o su vida.

Con lo ocurrido en los últimos dos años debido a la pandemia de Covid19, la violencia y otros problemas sociales quedaron en segundo plano, por tal razón, como la situación que

atraviesa el país está volviendo a la normalidad vuelve la preocupación social por el problema de violencia contra la mujer que está presente en el barrio Ciudad Alegría, aunque el gobierno ecuatoriano realiza un gran esfuerzo por prevenir el aumento de casos de violencia, esto no ha resultado suficiente, ya que la problemática se centra en la falta de intervención social por escaso conocimiento sobre los casos de violencia presentados en esta localidad que promueva la concientización de los pobladores del género masculino sobre la importancia de respetar, valorar y propiciar un ambiente de convivencia sano y libre de violencia a la mujer, porque es un limitante en su adecuado desarrollo para mejorar su calidad de vida y mantener su bienestar integral, motivo por el cual, se requiere desarrollar una propuesta de intervención social que se detalla a continuación:

### *Propuesta de Intervención*

#### *Fundamentación de la propuesta de intervención*

La propuesta de intervención se fundamenta en la necesidad de proteger a las mujeres de cualquier situación de riesgo que represente violencia, lo que se tipifica en el art. 558 del Código Orgánico Integral Penal, donde se determina que está legalmente prohibido a la persona que agrede a otra, asistir a ciertos lugares que frecuente la víctima, el tener un acercamiento en cualquier sitio, intimidar o perseguir a la víctima, obligación de que el agresor salga del hogar en caso de que su convivencia expone a la víctima a riesgo físico, psíquico o sexual, sanción del agresor con privación de libertad en caso de que la víctima sea una mujer, menor de edad y desarrolle un tratamiento indicado por parte del agresor de la víctima, medidas que deberán ser de conocimiento de los trabajadores sociales de la ciudad de Loja y de sus autoridades.

#### *Objetivo de la propuesta de intervención*

Prevenir la violencia contra la mujer mediante la intervención de un programa de trabajo social dirigido a las familias del barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja

#### *Beneficiarios*

- Mujeres en general

#### *Aspectos que considerar durante el trato proporcionado a las mujeres víctimas de violencia*

Los aspectos para considerar son: comprensión, amabilidad, sensibilidad, empatía, coherencia en la información aportada, apoyo, precisión.

#### *Ejes de acción*

Para prevenir la violencia contra la mujer se deberán realizar las siguientes acciones:

- Desarrollo de conferencias abiertas con respecto a la importancia de mantener buenas relaciones intrafamiliares, de reconocer los derechos de las mujeres, así como de respetarlas y valorarlas.
- Desarrollo de visitas domiciliarias a los hogares del barrio Ciudad Alegría, entregando hojas volantes con información sobre los tipos de violencia que se cometen contra la mujer y que hacer en caso de experimentarla, indicando como actuar y a dónde acudir.
- Desarrollo de temas en las entidades educativas de la ciudad de Loja, dando a conocer información sobre la violencia contra la mujer, las formas de detectarla, como actuar y a dónde acudir en caso de presenciarse en el hogar.
- Ejecución de conferencias dirigidas a las mujeres sobre la importancia de ser autónomas e independientes para que no ser sometida a hombres en caso de ser víctimas de violencia, asimismo, conferencias abiertas dirigidas a la población en general sobre la violencia psicológica, sus características, efectos y como prevenirla.

### *Intervención en crisis*

La intervención que se deberá desarrollar en el periodo de crisis de las víctimas de violencia comprende la visita domiciliaria que incluye las siguientes acciones:

- Brindarle confianza a la mujer maltratada para que pueda explicar su situación.
- Darle seguridad de que no se le va a hacer ningún daño.
- Apoyarle emocionalmente en su estado.
- Brindarle tranquilidad y paz.
- Explicarle a la mujer maltratada y hacerle entender que ella no es culpable del daño que se le ha perpetrado.
- Explicar a la víctima, las características del maltrato y sus efectos.
- Resaltar los aspectos positivos de la mujer maltratada y hacerle conocer medios de refuerzo para prevenir la violencia a futuro.
- Proponerle algunas alternativas de solución, apoyando la que ella estime conveniente.
- Seguir el caso de la víctima posteriormente.
- Proveerle a la víctima en caso de requerir, ayuda médica y psicológica para ayudarle a solventar el problema de la mejor manera.

### **Conclusión**

Al finalizar el presente estudio se puede concluir lo siguiente:

- En el Barrio Ciudad Alegría de la ciudad de Loja, prevalece el tipo de violencia psicológica en un 55.52%, sin embargo, no se registra que exista violencia sexual en la muestra obtenida, pero este resultado no concuerda con el tipo de valoración que dan a su ambiente familiar, porque el 63.66% de mujeres afirma tener un hogar bueno. Por lo cual, el trato que recibe la mujer dentro de su hogar es considerado como una rutina o parte de su diario vivir.
- El vocablo violencia es conocido por el 99,42% de la muestra, a pesar de este conocimiento aun soportan agresiones como: insultos (10.17%), la reiteración de epítetos que menoscaban la dignidad (19.48%), menosprecio (10.17%) y desvalorización (21.80%), por esta razón, se generan consecuencias como el estrés (27.91%), la ansiedad (22.67%), la desconfianza hacia las demás personas (18.90%) y otras, por separado no pueden afectar de gravedad, pero cuando se unen dos o más de ellas la víctima puede terminar perdiendo su vida.
- Los actos que realizan en contra de las mujeres provienen de causas como: abuso de poder por parte del hombre (28.49%), obediencia de la mujer hacia su padre, hermanos y pareja (25.87%), trato desigual entre hombres y mujeres (30,52%), costumbres familiares que fomentan el maltrato (15.12%), estas acciones crean una rutina, sentimiento de estabilidad y extraña seguridad que impide ver su realidad. Con el tiempo las víctimas desarrollaran actitudes que le imposibilitan defenderse o abandonar ese estilo, por ejemplo, sometimiento y obediencia (43.60%) desean seguir las ordenes o complacer al hombre para evitar problemas; miedo (28.49%), una simple acción puede provocar que una persona sienta pánico; defensa o ataque (18.90%), principalmente cuando el carácter de la víctima es fuerte antes de ser doblegada; tristeza y dolor (9,01%), en esta etapa las emociones invaden a la víctima, convirtiéndose en la culpable de todo lo que ocurre en su familia.
- Debido a la actitud de las víctimas frente a la violencia y al evitar las críticas de la sociedad o familiares la violencia no se puede clasificar como tal, porque aun cuando se trata de disminuir el nivel de violencia existe algo que impide el avance y eso es a causa de preferir permanecer en silencio y no pedir ayuda a instituciones creadas para apoyar a las víctimas (82.46%), salvo el caso que se encuentre con algún tipo de fuerte daño físico y deban acudir a un médico a riesgo de perder la vida. Por lo tanto, con el programa de trabajo social propuesto se informará a las mujeres sobre sus derechos, grupos de apoyo o instituciones a las que debe acudir, mediante talleres educativos, además en los casos donde se compruebe violencia se intervendrá, mediante visitas domiciliarias para apoyar, explicar y proponer alternativas de solución que mejoren el bienestar físico y emocional de las mujeres.

*Referencias Bibliográficas*

- Alanís, M. (2017). Violencia política hacia las mujeres. Respuesta del estado ante la falta de una ley en México. En F. Freidenberg, & P. Gabriela, *Cuando hacer política te cuesta la vida* (Vol. 5, págs. 231-248). México: Universidad Nacional Autónoma de México.  
<https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/10/4735/15.pdf>
- Añón, M. (2021). La violencia contra las mujeres como discriminación. *Revista de Facultad de Derecho de México*, 71(280-2), 617-653.  
<http://www.revistas.unam.mx/index.php/rfdm/article/view/79533>
- Cardona, A. (2021). *Narrativas de reconocimiento y menosprecio: una mujer en busca de libertad [Tesis para Magíster en Educación y Desarrollo Humano]*. Universidad de Manizales. Repositorio Institucional CINDE.  
<https://repository.cinde.org.co/handle/20.500.11907/2896>
- Carvajal, D. (2021). *Infidelidad y su relación con la violencia de pareja en estudiantes universitarios [Tesis para optar al título de Psicóloga Clínica]*. Repositorio Digital de la Universidad Técnica de Ambato.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/32522/1/CARVAJAL%20MEL%20c3%29NDEZ%20DAYANA%20PATRICIA%20-M-.pdf>
- Chávez, M., & Juárez, A. (2016). Violencia de Género en Ecuador. *Revista Publicando*, 3(8), 104-115.  
<https://revistapublicando.org/revista/index.php/crv/article/view/172>
- Cobo, R. (2019). La cuarta ola feminista y la violencia sexual. *Paradigma: revista universitaria de cultura* (22), 134-138.  
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6983521>
- Del Pozo, P., Peñafiel, A., & Cruz, I. (2021). Estudio causal mediante Kendall y Pareto de la violencia contra la mujer en tiempos de confinamiento por COVID-19. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 8(31), 1-25.  
<https://dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/2711/2737>
- Espinoza, I. (2017). *Actitudes hacia la violencia contra la mujer en una relación de pareja en estudiantes de quinto año de secundaria del distrito de Puente Piedra, considerando la variable sexo* [Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Psicología]. Universidad César Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/3241>

- Gallegos, A., Sandoval, A., & Espín, M. G. (2019). Autoestima y violencia psicológica contra mujeres universitarias en sus relaciones de pareja. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 2(1), 139 - 148-139 - 148. <https://www.revistacneip.org/index.php/cneip/article/view/97>
- García, M., & Tacha, A. (2020). *Características de la violencia padecida por las mujeres del grupo de autoayuda de la parroquia san Dionisio del barrio Bilbao de la localidad de suba, según los significados atribuidos por ellas a esa violencia [Tesis de grado para Maestría]*. Universidad Pedagógica Nacional. Repositorio Institucional CINDE. <https://repository.cinde.org.co/handle/20.500.11907/2586>
- Goyas, L., Zambrano, S., & Cabanes, I. (2018). Violencia contra la mujer y regulación jurídica del femicidio en Ecuador. *Revista de investigación en Derecho, Criminología y Consultoría Jurídica*, 12(23), 129-150. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6622347>
- Herrera, C. (2019). Violencia de género contra la mujer un problema de salud pública en Loja, Ecuador. *Revista Dominio de las Ciencias*, 5(4), 166-183. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7152617>
- Irueste, P., Guatrochi, M., Pacheco, S., & Delfederico, F. (2020). Nuevas configuraciones familiares: tipos de familia, funciones y estructura familiar. *Revista REDES* (41), 9-18. <http://redesdigital.com.mx/index.php/redes/article/view/278>
- Linares, E., Royo, R., & Silvestre, M. (2019). El ciberacoso sexual y/o sexista contra las adolescentes. Nuevas versiones online de la opresión patriarcal de las sexualidades y corporalidades femeninas. *Revista interdisciplinaria de Estudios de Comunicación y Ciencias Sociales* (28), 201-222. <https://recyt.fecyt.es/index.php/doxacom/article/view/69817>
- Luzuariaga, R. (2019). Importancia del desarrollo de la inteligencia emocional en la formación de personas investigadora. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 655-679. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1409-47032019000100655&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1409-47032019000100655&lng=en&nrm=iso&tlng=es)
- Maldonado, V., Erazo, J., & Pozo, E. N. (2019). Violencia económica y patrimonial. Acceso a una vida libre de violencia a las mujeres. *Justitia Socialis*, 5(8), 511-526. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7408555>
- Marín, M., Quinero, P., & Rivera, S. (2019). Influencia de las relaciones familiares en la persona. *Revista Poiésis* (36), 164-183. doi: <https://doi.org/10.21501/16920945.3196>

- Mazo, Y., Mejía, L., & Muñoz, Y. (2019). Calidad de vida: la familia como una posibilidad transformadora. *Revista Poiésis (En Línea)* (36), 98-110. <https://doi.org/10.21501/16920945.3192>
- Montoya, R. (2016). Exploración del concepto de violencia y sus implicaciones en educación. *Revista Política y Cultura* (46), 77-97. <https://www.redalyc.org/journal/267/26748252007/>
- Paredes, E. (2018). *Violencia contra la mujer: saberes, prácticas y dilemas de los obstetras en la atención primaria. Barranca. 2014 [Tesis Doctoral]*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/7464>
- Poll, M., Poll, H., & Maderos, M. (2012). Violencia contra la mujer en la comunidad. *MEDISAN*, 1267-1273. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medisan/mds-2012/mds128l.pdf>
- Requena, S. (2017). Una mirada a la situación de la violencia contra la mujer en Bolivia. *Revista de investigación Psicológica* (17), 117-134. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S2223-30322017000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2223-30322017000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
- Rivadeneira, M. (2017). Violencia física contra la mujer: una propuesta de abordaje desde un servicio de salud. *Revista Cuidate*, 8(2), 1656-1667. <https://doi.org/10.15649/cuidarte.v8i2.404>
- Rivas, E., & Bonilla, E. (2019). Salud mental y miedo a la separación en mujeres víctimas de violencia de pareja. *Revista Iberoamericana de Psicología y Salud*, 11(1), 54-67. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7195268>
- Rivera, S. (2017). *Feminicidio: análisis del tratamiento penal de la violencia contra la mujer en los juzgados penales de Huancayo. periodo: 2015 - 2016 [Tesis para optar por el título de Abogado]*. Universidad Peruana los Andes. Repositorio Institucional. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/200>
- Rosas, H. (2019). *Desarrollo de experiencias institucionales en el conocimiento transdisciplinar*. Baja California: Universidad Autónoma de Baja California. [https://www.academia.edu/43119851/Procesos\\_de\\_ense%C3%B1anza\\_y\\_aprendizaje\\_en\\_la\\_Licenciatura\\_en\\_Historia\\_de\\_la\\_Universidad\\_Aut%C3%B3noma\\_de\\_Baja\\_California\\_Mexicali\\_](https://www.academia.edu/43119851/Procesos_de_ense%C3%B1anza_y_aprendizaje_en_la_Licenciatura_en_Historia_de_la_Universidad_Aut%C3%B3noma_de_Baja_California_Mexicali_)

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## Factores que inciden de la comunicación asertiva en el desarrollo organizativo del turismo comunitario del mirador Tzunantza, Ambato, Ecuador

*Factors that affect assertive communication in the organizational development of community tourism of the Tzunantza viewpoint, Ambato, Ecuador*

- <sup>1</sup> Segundo Ángel Caiza Tisalema  <https://orcid.org/0000-0002-7038-8907>  
Universidad Católica de Cuenca, Azuay – Ecuador  
[Angel77caiza@gmail.com](mailto:Angel77caiza@gmail.com)
- <sup>2</sup> Andrés Ernesto Cañizares Medina  <https://orcid.org/0000-0001-8717-4967>  
Universidad Católica de Cuenca, Azuay, Ecuador  
[acanizaresm@ucacue.edu.ec](mailto:acanizaresm@ucacue.edu.ec)
- <sup>3</sup> Blanca de los Ángeles Herrera Hugo  <https://orcid.org/0000-0003-1636-8048>  
Universidad Católica de Cuenca, Azuay – Ecuador  
[bherrerah@ucacue.edu.ec](mailto:bherrerah@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 09/04/2022

Revisado: 25/05/2022

Aceptado: 27/06/2022

Publicado: 14/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2221>

Cítese:

Caiza Tisalema, S. Ángel, Cañizares Medina, A. E., & Herrera Hugo, B. de los Ángele. (2022). Factores que inciden de la comunicación asertiva en el desarrollo organizativo del turismo comunitario del mirador Tzunantza, Ambato, Ecuador. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 28-42. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2221>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

comunicación  
asertiva,  
formación,  
liderazgo,  
turismo  
comunitario

**Keywords:**

Assertive  
communication,  
training,  
leadership,  
community  
tourism

**Resumen**

La comunicación asertiva es una característica que se encuentra en los seres humanos y se cataloga como una habilidad social que se utiliza para aplicarla en el ámbito empresarial para que la organización sea competitiva, ya que el mensaje que origina será claro para los usuarios. receptores, en el caso del turismo comunitario, esta comunicación asertiva juega un papel preponderante aún más porque repercute en la calidad de vida de sus habitantes, por ser una actividad económica para la comunidad, en este estudio se pretende contextualizar los factores de la comunicación asertiva que se puede utilizar como estrategia para promover el turismo comunitario, los hallazgos de esta investigación muestran que existen dos factores más relevantes sobre el tema, el primero es la actitud de los líderes comunitarios en la comunicación hacia las personas para que integrar y lograr los objetivos comunitarios en materia de turismo y el segundo factor es la capacitación organizativa, la cual debe ser constante, pues es una forma adecuada de comunicación asertiva para que los planes o programas se puedan llevar a cabo integralmente en la comunidad.

**Abstract**

Assertive communication is a characteristic that is found in human beings and is classified as a social skill that is used to apply it in the business environment so that the organization is competitive, since the message that originates will be clear to the users. receivers, in the case of community tourism, this assertive communication plays a preponderant role even more so because it has an impact on the quality of life of its inhabitants, because it is an economic activity for the community, in this study it is intended to contextualize the factors of communication assertive that can be used as a strategy to promote community tourism, the findings of this research show that there are two most relevant factors on the subject, the first is the attitude of community leaders in communication towards people so that they integrate and achieve community objectives in terms of tourism and the second factor is organizational training tive, which must be constant, because it is an adequate form of assertive communication so that the plans or programs can be fully carried out in the community.

## Introducción

El asertividad es considerado como una capacidad que los seres humanos poseen para comunicar sus intereses, puntos de vista o las posiciones que tienen y piensan que son las adecuadas frente a otras posibilidades; comunicarse de una manera clara sin causar daño a las personas con las cuales se mantiene el proceso comunicativo, donde el emisor y el receptor tienen un mensaje, el mismo debe ser claro y efectivo de modo que se evite conflictos posteriores (Cañas & Hernández, 2019). Este punto de vista conduce al análisis de las variables de estudio en el presente artículo, en donde se pretende analizar cuáles son los factores que aparecen en el contexto de una organización, donde intervienen intereses comunitarios, enlazados por ideas de propiciar un turismo comunitario que beneficie a todos los asociados de un determinado ámbito geográfico.

Por este motivo, es necesario que esta investigación se sustente en un estado del arte, que aporte al conocimiento sobre la comunicación asertiva y el turismo comunitario.

### *Comunicación asertiva*

La comunicación asertiva es una habilidad que en la mayor parte de las actividades humanas provoca reacciones positivas, considerando que existen mensajes claros y respetuosos, que fomentan la imagen y expresión social de manera positiva, haciendo que las buenas relaciones permitan disfrutar de mejor manera las ofertas que realiza una persona o una empresa. La comunicación asertiva es una capacidad que expresa de manera verbal y no verbal que facilita las relaciones sociales (Lesmes et al., 2020).

La oferta turística necesita tener entre sus características servicios que vayan acompañados de actitudes positivas como parte de buscar la satisfacción de los clientes. Considerando la competitividad que existe en el mercado del turismo comunitario, donde se está explotando innumerables recursos que vienen acompañados de ofertas gastronómicas, musicales y artesanales. Al igual que cualquier otra actividad, el turismo comunitario debe considerar siempre el valor agregado, tales como enclaves geográficos, expresiones culturales u hospedaje para un descanso agradable, que tengan como filosofía de atención al cliente la comunicación asertiva (Calvopiña & Flor, 2018).

Los valores que aportan la pluriculturalidad y la multietnicidad en las regiones andinas del país son recursos que, en lo turístico, aportan valor agregado a cualquier oferta de tipo cultural y recreativa. Si los dos principales actores del turismo que son quienes ofertan y quienes demandan están alineados con la puesta en valor de la tradición musical, gastronómica, ritual, espiritual y festiva, de carácter autóctono o del sincretismo religioso, en entendimiento y valoración dan como resultado la comunicación asertiva, que se emite por un lado y se recepta por el otro, de manera inclusiva provocando un ambiente de respeto y valoración (Ordoñez & Ochoa, 2020).

La globalización de las relaciones comerciales y turísticas, sin importar los destinos, llevan consigo cada vez más personas interesadas en vivir momentos de tranquilidad, lejos de amenazas a la integridad física y evitando peligros de contagios que pongan en riesgo la salud. Por eso es importante que exista una comunicación asertiva que refleje lo que el turista demanda para una estadía confortables y relajada. En este sentido, los recursos naturales aportan de manera contundente para lograr el interés de los turistas en un ambiente que involucra a los habitantes que aportan bienes y servicios considerando la calidez en el trato y empatía para con sus clientes (Mullo & Padilla, 2019).

#### *Turismo comunitario*

El turismo comunitario es un recurso al cual pueden acceder los habitantes de una zona geográfica determinada y que es ofertado por personas o familias que, con su trabajo directo ofertan bienes y servicios. El turismo comunitario permite que las personas puedan ir a sectores rurales para mantener contacto con las tradiciones de manera auténtica, generando ingresos para los lugareños que combinan esta actividad con sus tareas diarias que generalmente están vinculadas a la agricultura y la ganadería (Bravo & Zambrano, 2018).

El turismo comunitario es una modalidad que tiene un carácter multidimensional por el aporte que realizan los involucrados que generalmente están fuera de los paquetes turísticos que ofertan destinos a gran escala. Este renglón de la economía que no se enmarca en la oferta tradicional siempre ha estado al margen del apoyo de las autoridades respectivas, siendo en su mayor parte producto de la iniciativa comunal que busca generar desarrollo y una mejor calidad de vida. El turismo comunitario genera recursos directos e indirectos para los miembros de la comunidad y permite realizar obras que beneficien a todos (Cabanilla, 2020).

El concepto básico del turismo rural dice que es una actividad que motiva a viajar hacia lugares de interés ya sea por placer, comercio o profesión, donde todos los actores de la actividad turística realizan una función en virtud de sus habilidades, ofertando bienes o servicios que son valorados por los clientes que se han decidido por un destino no tradicional que les genera emociones vinculadas a la naturaleza y descanso, en un medio alejado de los centros urbanos y la vida cotidiana (Ordoñez & Ochoa, 2020).

El turismo comunitario es una actividad que viene desarrollándose en las regiones de la Costa, Sierra y Oriente del Ecuador, desde hace unas décadas atrás y con múltiples ofertas donde destacan las playas del océano Pacífico, platos a base de mariscos, montañas, páramos y cascadas andinas, selva amazónica con sus rituales ancestrales, todas ellas que involucran a comunidades montubias, afrodescendientes e indígenas que, a través de estos emprendimientos, buscan generar recursos para sus familias y financiar obras comunitarias. Esta actividad cuenta con apoyos limitados por parte de organismos del

Estado y a nivel internacional de pocas organizaciones como ciertas ONGs, y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) (Narváez, 2020).

La Federación Plurinacional de Turismo Comunitario del Ecuador (FEPTCE) y la Federación Multinacional de Turismo Comunitario en Ecuador, tienen la finalidad de apoyar las iniciativas de ofertas de turismo, guía y alojamiento de las diversas comunidades que tienen la finalidad de amortiguar el impacto de la marginación económica, analfabetismo, migración, etc. El aporte de la Federación es trabajar en conjunto por reducir el impacto a la biodiversidad y mejorar la calidad de vida de las comunidades (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PDUD], 2012).

La emergencia mundial ocasionada por el COVID-19, ha dejado grandes secuelas en el turismo internacional y local, pero también ha permitido un aumento interesante de las visitas de grupos familiares a atractivos turísticos de corta y mediana distancia, permitiendo que el turismo comunitario vea ampliarse la demanda, sobre todo en comunidades rurales donde no existen grandes aglomeraciones humanas, ahora valoradas ya que significan reducir el peligro de contagio. En este escenario de crisis el sector turístico mundial, ha significado pérdidas por \$ USD. 450.000 millones (Toledo, 2021).

El Covid-19 no solo ha significado los cierres de fronteras internacionales y la disminución de la movilidad interna y externa de los países, también ha llevado consigo valoraciones de destinos turísticos que antes no eran apreciados y que ahora ofrecen la oportunidad de acceso rápido, bajo valor económico, cuidado de la salud y el soñado encuentro hombre-naturaleza que la globalización estaba dejando de lado. Aire libre y naturaleza en un buen destino en época de pandemia, y el turismo rural comunitario tienen mucho que ofrecer, sobre todo en los campos y pueblos de la serranía ecuatoriana (Oviedo & Olivo, 2021).

El turismo comunitario también debe considerar los impactos socioculturales que se provocan en sus comunidades, ya que la influencia de actitudes distintas a las locales, pueden ser vistas por los lugareños como alternativas a sus costumbres y raíces comunitarias. Estos encuentros culturales inevitablemente ejercen contactos que estarán siempre al alcance, sobre todo, de los más jóvenes. Por estas razones es importante trabajar en programas que refuercen las costumbres y tradiciones para preservar los valores sociales y culturales de la comunidad (Hernández, 2021).

#### *Desarrollo organizativo del turismo comunitario*

Los retos de afrontar el incremento de la demanda de espacios vacacionales en las comunidades rurales, no solo que han llegado de manera inesperada y en poco tiempo, sino que las circunstancias de vivir un confinamiento de alcance mundial con los problemas de recesión económica, alarma por el cuidado de la salud y protocolos de

seguridad exigidos por las autoridades locales y nacionales, hace que la gestión del turismo rural sea receptiva para aplicar modelos de organización y planificación que se adapten a esta nueva realidad de quienes ofertan y demandan bienes y servicios turísticos (Herrera et al., 2021).

Las empresas de turismo comunitario, al margen de tener o no una estructura formal, deben considerar herramientas de trabajo administrativo y financiero, a la par de considerar también una gestión de protección medioambiental para un manejo responsable de los recursos que dan valor a estos espacios naturales. Es innegable el impacto a los ecosistemas que ocasionan la presencia humana que consume alimentos, camina por senderos poco acostumbrados a ello, incluidos los caminos para el tránsito motorizado y otros contactos que impactan en mayor o menor medida el aire, la vegetación, la fauna y la calidad del aire de toda la zona (Salazar & Garrido, 2021).

El desarrollo organizativo del turismo comunitario es un rubro para considerar desde el inicio si se desea que la actividad perdure en el mediano y largo plazo. La organización de cualquier emprendimiento necesita de varios componentes como son los recursos humanos y materiales, los cuales deben estar permanentemente actualizados para que cumplan eficientemente su labor. Esto significa que se deben hacer inversiones para lograr eficiencia en el trabajo, lo cual es fundamental para que los turistas puedan acceder a los recursos naturales que ofrece la propuesta turística (Miranda et al., 2021).

El Recurso humano que forma parte de la actividad turística debe estar suficientemente preparado para atender las demandas de los visitantes. La capacitación de este recurso es totalmente relevante si se quiere lograr los resultados esperados, ya que de ellos depende que los programas ofertados lleguen de manera rápida, cómoda y sobre todo, sin peligros a la integridad humana de mujeres, niños y hombres adultos que generalmente no están familiarizados con el contacto directo con la tierra húmeda, las irregularidades del terreno, el frío y las diversas manifestaciones naturales de un ecosistema que puede ser agradable si existen buenas condiciones o ser peligroso para la salud o la misma vida (Miranda et al., 2021).

En cualquier escenario que se desarrolle la actividad turística, necesita del respaldo profesional que ofrece la administración moderna que busca la potencialización del recurso humano buscando sus mejores habilidades, medir los productos que ofrece, los procedimientos y resultados, la mejora continua, el desempeño eficiente y el control de las finanzas. La administración de los recursos económicos debe considerar que los ingresos deben considerar el pago por trabajo realizado, reinversión en infraestructura, compra de insumos y el aporte a la comunidad que generalmente es en obras (Rojas & Pantelís, 2021).

Existen dos elementos muy importantes en la búsqueda de mantener el desarrollo de la actividad turística en general, el uno son los recursos materiales con que debe contar la actividad, y el otro, la promoción del negocio a través del tiempo para mantener los niveles de rentabilidad adecuados. La propuesta turística debe ser consistente para ofrecer a los turistas un paquete que incluya facilidades materiales y un personal suficientemente preparado para solventar las necesidades de los visitantes (Ordoñez et al., 2020).

Si bien el turismo comunitario es una buena respuesta al deterioro de las condiciones de vida de los pueblos campesinos, ocasionadas por el impacto de la recesión económica y la falta de políticas estatales de apoyo a la actividad agrícola y pecuaria, no es menos cierto que esta actividad constituye un potencial peligro de terminar con los recursos naturales que se mantienen de buena manera gracias al acceso restringido de la presencia humana. La biodiversidad de los recursos naturales es una riqueza frágil que debe gestionarse en lo turístico con planes que garanticen la generación de recursos económicos para las comunidades a la vez que protegen la integridad de la naturaleza (Bojórquez et al., 2018).

Posteriormente de la descripción de la literatura sobre la comunicación asertiva y el turismo comunitario se concluye que estas variables de estudio se intercalan con los objetivos de las organizaciones y que se puede evitar conflictos internos, si el asertividad está presente en la actitud de las personas que forman parte de una organización.

#### *Objetivos:*

Investigar los factores que componen la comunicación asertiva con el propósito de que exista una comunicación clara.

Determinar los aspectos del turismo comunitario que benefician a la comunidad.

Establecer la relación de la comunicación asertiva y el turismo comunitario con el fin de asociar estas variables de estudio.

#### **Metodología**

El tipo de estudio que se aplicó en esta investigación es cuantitativo, este método permite la recopilación de datos utilizando instrumentos como el cuestionario para posteriormente plasmar esta información en resultados en donde se observe la realidad estudiada (Tramullas, 2020); además se utilizó el método analítico, descriptivo porque los resultados encontrados se pueden detallar de forma práctica desde el punto de vista del investigador.

El contexto del análisis fue realizado en la parroquia de Santa Rosa, Apatug Alto, es un área rural en la provincia de Tungurahua, donde se ubica la organización comunitaria Jaime Roldós fundada en el año 1977 y conformada por 33 socios activos, cuyo fin de la

constitución de esta organización es impulsar el turismo comunitario y a la vez mejorar las condiciones económicas de las familias que pertenecen a esta institución. Se utilizó como instrumento de investigación un cuestionario con 12 preguntas, aplicadas con escala de likert a los socios de la organización, previo a la obtención de los resultados se utilizó como método de confiabilidad de este instrumento el Alfa de Cronbach, cuyos resultados permiten identificar su validez, el valor de 0,84 indica la robustez de este análisis.

**Tabla 1**

*Resultado de alfa de Cronbach*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
	12

*Nota:* El alfa de Cronbach muestra la confiabilidad del instrumento

El método estadístico aplicado para obtener la relación entre las variables de estudio fue el análisis factorial, en donde se utilizó la prueba de KMO y Barlett, además de la matriz de factor rotado con máxima verosimilitud para lograr el objetivo que se propuso en este artículo.

**Resultados**

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los resultados, considerando los porcentajes más altos obtenidos, de esta forma se describirá de mejor manera su significado.

**Tabla 2**

*Resumen de los resultados*

Ítem	Pregunta	Porcentaje de respuesta	Respuesta		Totalmente de acuerdo	De acuerdo
			SI	NO		
1	¿Ud. como socio de la organización Jaime Roldós considera que se pueden implementar estrategias de comunicación para mejorar las relaciones entre los miembros?	81,80%	X			
2	¿Considera que impulsar el trabajo en equipo de la organización depende de sus directivos?	36,4%			X	
3	¿Cree que el liderazgo de los directivos puede contribuir a mejorar los niveles de comunicación entre los miembros?	39,4%				X

**Tabla 2**
*Resumen de los resultados (continuación)*

Ítem	Pregunta	Porcentaje de respuesta		Totalmente de acuerdo	De acuerdo
		SI	NO		
4	¿Considera que en la organización los directivos deben implementar una correcta información sobre los objetivos que se desean alcanzar sobre el turismo comunitario?	45,5%		X	
5	¿Piensa que los directivos planifican las actividades que se van a realizar como parte del turismo comunitario en la organización?	45,5%		X	
6	¿Considera que uno de los factores para que se produzca una comunicación asertiva es conocer los beneficios que trae el turismo comunitario en la comunidad?	60,6%		X	
7	¿Considera que el turismo comunitario permite que se autogestione los recursos existentes en la comunidad?	48,5%		X	
8	¿Piensa que el turismo comunitario permite que usted como socio se involucre y se beneficie de las actividades turísticas que se puedan generar?	30,3%			X
9	¿Considera que el turismo comunitario permitirá que usted como socio pueda generar ingresos económicos adicionales a las actividades que desarrolla con frecuencia?	33,3%		X	
10	¿Piensa que los socios de la organización se benefician solidariamente con el turismo comunitario?	39,4%			X
11	¿Considera que los socios de la organización requieren de capacitación sobre el turismo comunitario para que puedan contribuir con el mejoramiento de las actividades propuestas?	51,5%		X	
12	¿Considera que la comunicación asertiva de los miembros de la organización contribuirá al mejoramiento del turismo comunitario en esta comunidad?	63,6%		X	

*Nota* El resumen de los resultados se obtuvo del SPSS versión 26

En la tabla 2 se observó que un alto porcentaje (81,80%) de los socios de la organización Jaime Roldós considera que la implementación de las estrategias de comunicación sirve para mejorar las relaciones entre sus miembros, esta aseveración está relacionada con la conducta en el ámbito social del individuo y es lo que define la personalidad, confianza y la seguridad de los individuos (Calua et al., 2021).

Así mismo se determinó que el trabajo en equipo es un factor importante para el logro de las metas internas, y este factor es parte de los resultados que se puede lograr en el ámbito del turismo comunitario, aunque el 36,4% está totalmente de acuerdo, el resto de las personas encuestadas tienen aceptación sobre este factor.

De otro lado, el liderazgo de los directivos, con el 39,4% de aceptación, da claras muestras de que las actitudes de los miembros pueden cambiar con la presencia y motivación hacia el resto del grupo; a continuación se estableció que el 45,5% está totalmente de acuerdo que se implemente una correcta comunicación de los objetivos que se persigue en la organización, este aspecto es importante para corregir los errores que se pueden ocasionar en la comunicación; de igual forma el 45,5% de las personas a quienes se les aplicó el cuestionario, indicaron que los directivos si aplican planificación para realizar el turismo comunitario, con lo cual en este diagnóstico, se observó que la comunicación en este sentido es aceptable.

Un porcentaje alto es del 60,6% sobre la comunicación y sus beneficios para el turismo comunitario, este aspecto es importante considerarlo al momento de implementar estrategias para mejorar la comunicación.

El 48,5% de las personas consideran que el turismo comunitario permite un modelo de autogestión para la comunidad, con lo cual este factor tiene incidencia positiva, además de que los socios pueden involucrarse en las actividades comunitarias es bien visto por las personas (30,3%).

Los ingresos económicos adicionales logrados por el turismo comunitario, es una actividad totalmente aceptada, ya que el 33,3% así lo piensa, la solidaridad que ocasiona esta actividad también es aceptada de forma favorable por los socios (39,4%).

En tanto que las capacitaciones pueden permitir que los socios se actualicen en sus conocimientos, tiene una mayoritaria aceptación, puesto que el 51,5% así lo manifestó; mientras que el 63,6% indicó que las acciones con la comunicación asertiva, contribuirá al mejoramiento del turismo comunitario.

Aplicando el método estadístico de análisis factorial, se obtuvo que los resultados con máxima verosimilitud, en la matriz de factor rotado convergen en 3 factores principales, cuyos resultados más notorios se detallan a continuación.

**Tabla 3**

<i>Matriz de factor rotado<sup>a</sup></i>			
	Factor		
	1	2	3
¿Ud. como socio de la organización Jaime Roldós considera que se pueden implementar estrategias de comunicación para mejorar las relaciones entre los miembros?	,440	-,116	
¿Considera que impulsar el trabajo en equipo de la organización depende de sus directivos?	,448	,282	,185
¿Cree que el liderazgo de los directivos puede contribuir a mejorar los niveles de comunicación entre los miembros?	,663		,377
¿Considera que en la organización los directivos deben implementar una correcta información sobre los objetivos que se desean alcanzar sobre el turismo comunitario?	,707		,116
¿Piensa que los directivos planifican las actividades que se van a realizar como parte del turismo comunitario en la organización?	,320		,224
¿Considera que uno de los factores para que se produzca una comunicación asertiva es conocer los beneficios que trae el turismo comunitario en la comunidad?	,708	,233	,318
¿Considera que el turismo comunitario permite que se autogestione los recursos existentes en la comunidad?	,426	,191	,652
¿Piensa que el turismo comunitario permite que usted como socio se involucre y se beneficie de las actividades turísticas que se puedan generar?	,327	,174	,667
¿Considera que el turismo comunitario permitirá que usted como socio pueda generar ingresos económicos adicionales a las actividades que desarrolla con frecuencia?	,313	,296	,705
¿Piensa que los socios de la organización se benefician solidariamente con el turismo comunitario?	-,129	,676	,542
¿Considera que los socios de la organización requieren de capacitación sobre el turismo comunitario para que puedan contribuir con el mejoramiento de las actividades propuestas?		,992	,118
¿Considera que la comunicación asertiva de los miembros de la organización contribuirá al mejoramiento del turismo comunitario en esta comunidad?		,667	,117

*Nota:* La matriz de factor rotado muestra las interacciones de las variables

En la tabla 3 se observa que existen factores que son decisivos para que se mejore la comunicación asertiva, uno de ellos es la capacitación a los socios, sobre la contribución que aquello puede lograr hacia el turismo comunitario, el valor de 0,99 con el factor de desarrollo organizativo para el turismo comunitario, está en relación al comportamiento de los ciudadanos frente a las situaciones que se presente en las comunidades, por lo que es lógico que las comunidades tengan éxito, si se considera su opinión y las iniciativas que son necesarias para su crecimiento (Vergara & Sorhegui 2020).

El valor obtenido de 0, 708 implica que, para las personas de la organización, es fundamental conocer los beneficios que trae el turismo comunitario, ya que empoderamiento de la población, permite fortalecer las capacidades, la visión que este grupo humano alcance, de esta forma se sentirán con la capacidad de contribuir con cambios para que se mejore la actividad del turismo comunitario (Ordoñez & Ochoa, 2020).

### Conclusiones

- Del análisis efectuado en el presente estudio se concluye que la comunicación asertiva tiene dos factores preponderantes para que el turismo comunitario se desarrolle en las comunidades, el primero es una conducción adecuada de los fines, metas u objetivos que se persigue con esta actividad comunitaria, aquí las capacitaciones a sus miembros tendrá un impacto positivo y motivará para que su desarrollo sea más visible; en segundo lugar en la comunicación se debe aplicar una perspectiva de integración, con el conocimiento hacia toda la organización en los beneficios que se obtiene de esta actividad, no solo de forma colectiva sino de forma individual, de manera que sus miembros conozcan los resultados de su contribución particular sobre el turismo comunitario.
- La comunicación asertiva, por lo tanto, es una herramienta útil para lograr que las personas orienten sus actitudes de forma positiva en las relaciones con los compañeros de trabajo, se concluye que este estilo de comunicación sirve para expresar de forma sencilla las opiniones, generando empatía con las personas, lo cual contribuye a que el ambiente de trabajo sea satisfactorio.

### Referencias Bibliográficas

- Bojórquez, Alma., Zizumbo, Lilia., Pérez, Carlos., & Márquez, Conrado. (2018). La gestión comunitaria del turismo. Análisis desde el enfoque de los bienes comunes y los sistemas socio-ecológicos. *Ra Ximhai*, 149-162.
- Bravo, Olga., & Zambrano, Paola. (2018). Turismo comunitario desde la perspectiva del desarrollo local: un desafío para la Comuna 23 de noviembre, Ecuador. *Espacios*, 1-28.

- Cabanilla, Enrique. (2020). Turismo comunitario en América Latina, un concepto en construcción. *Siembra*, 121-131.
- Calua, María., Delgado, Yrisela., & López, Oscar. (2021). Comunicación asertiva en el contexto educativo: Revisión sistemática. *Revista Boletín REDIPE*, 315-334.
- Calvopiña, Diego., & Flor, Omar. (2018). Los actores del destino turístico en Riobamba. *TURyDES. Revista Turismo y Desarrollo Local*, 1-13.
- Cañas, Dora., & Hernández, Jacqueline. (2019) Comunicación asertiva en profesores: diagnóstico y propuesta educativa. *Praxis & Saber*, 143-165.
- Hernández, Pedro. (2021). Efectos sociales y culturales del turismo en las comunidades Roberto Barrios y La cascada de Palenque, Chiapas, México. *Periplo Sustentable*, 7-25.
- Herrera, Roberto., Delgado, Diana., Moreira, Juan., & Toala, Patricio. (2021). La reactivación turística post covid-19 de las áreas naturales protegidas y su incidencia en la mejora de la experiencia de los turistas en el Ecuador. *Siembra*, 1-13.
- Lesmes, Anggy., Barrientos, Ender., & Cordero, Marling. (2020). Comunicación asertiva ¿estrategia de competitividad empresarial? *Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 147-153.
- Miranda, Sandra., Lozano, Patricio., Flores, Ana., & Gómez, Tania. (2021). Fortalecimiento organizativo de la Corporación para el Desarrollo de Turismo Comunitario de la provincia de Chimborazo, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 802-821.
- Mullo, Esther., & Padilla, Martha. (2019). La diversidad cultural y su impacto en el turismo comunitario de la región Andina. *Siembra*, 85-92.
- Narváez, Shyla. (2020). Cultura y estructura organizativa de una ONG desde la ideología indigenista de la federación Plurinacional de Turismo Comunitario del Ecuador. *Sociologías del Trabajo*, 73-83.
- Ordoñez, Alex., & Ochoa, Pablo. (2020). Ambiente, sociedad y turismo comunitario: La etnia Saraguro en Loja - Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales RCS*, 179-190.
- Ordoñez, Elsa., Fernández, Lineth., Auquilla, Luis., & Silva, Javier. (2020). Gestión del turismo comunitario en el sector indígena de la provincia de Chimborazo, caso: La Moya. *Explorador Digital*, 6-26.

- Oviedo, María., & Olivo, Fernanda. (2021). Tendencias del turismo post covid-19. Una reflexión para Ecuador. En *Turismo y desarrollo desde un enfoque territorial y el covid-19*, de CONGOPE, 1-197. Quito: Abya yala.
- Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo [PDUD]. (2022). Estudio de caso de la iniciativa Ecuatorial. [https://www.equatorinitiative.org/wp-content/uploads/2017/05/case\\_1\\_1363900152.pdf](https://www.equatorinitiative.org/wp-content/uploads/2017/05/case_1_1363900152.pdf)
- Rojas, Camila., & Pantelís, Susan. (2021). Factores que limitan el éxito de emprendimientos turísticos comunitarios: caso "Islas y Misterios del Titicaca". *Revista Maya. Administración y Turismo*, 12-22.
- Salazar, Juan., & Garrido, Andrea. (2021). Efectos del covid-19 en el turismo gastronómico del Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 1071-1088.
- Toledo, Marco. (2021). Estrategias post-COVID 19 para reactivar el turismo local en el Ecuador: Caso provincia de Tungurahua. *Green World Journal*, 1-12.
- Tramullas, Jesús. (2020). Temas y métodos de investigación en ciencia de la Información, 2000-2019. Revisión bibliográfica. *Profesional de la Información*, 1-18.
- Vergara, Arnaldo., & Sorhegui, Rafael. (2020). Factores de desarrollo local desde el enfoque de la gestión organizativa. *Amazonía Investiga*, 46-50.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## El método comunicativo para la innovación en la enseñanza de la destreza oral, en inglés como lengua extranjera

*The communicative language teaching method and speaking in teaching English as a foreign language*

- <sup>1</sup> Luis Francisco Mantilla Cabrera  <https://orcid.org/0000-0002-6239-8208>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador, Facultad de Mecánica  
[luis.mantilla@epoch.edu.ec](mailto:luis.mantilla@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Mayra Alexandra Carrillo Rodríguez  <https://orcid.org/0000-0003-4162-7793>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador, Centro de Idiomas  
[mayra.carrillo@epoch.edu.ec](mailto:mayra.carrillo@epoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> Enrique Jesús Guambo Yerovi  <https://orcid.org/0000-0002-8556-6569>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador, Facultad de Informática y Electrónica  
[e.guambo@epoch.edu.ec](mailto:e.guambo@epoch.edu.ec)
- <sup>4</sup> Jimena Elizabeth Rivadeneira Mora  <https://orcid.org/0000-0003-1284-1061>  
Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador, el Centro de Lenguas Extranjeras  
[jimeriva@espol.edu.ec](mailto:jimeriva@espol.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 10/04/2022

Revisado: 26/05/2022

Aceptado: 14/06/2022

Publicado: 05/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2222>

Cítese:

Mantilla Cabrera, L. F., Carrillo Rodríguez, M. A., Guambo Yerovi, E. J., & Rivadeneira Mora, J. E. (2022). El método comunicativo para la innovación en la enseñanza de la destreza oral, en inglés como lengua extranjera. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 43-56. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2222>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Método  
Comunicativo,  
destreza oral,  
inglés,  
aprendizaje,  
técnicas

**Keywords:**

Communicative  
Language  
Teaching,  
speaking,  
English,  
learning,  
techniques

**Resumen**

**Introducción.** Esta investigación presenta la correlación de las variables Método Comunicativo y el proceso enseñanza - aprendizaje de la habilidad de hablar inglés. Esta propuesta se aplicó a los estudiantes de la Carrera de Mantenimiento de la ESPOCH. **Objetivo.** Se determinó el nivel de influencia de las técnicas basadas en el Método Comunicativo en la mejora de la destreza oral. **Metodología.** Se utilizaron dos métodos, técnicas e instrumentos para la intervención. Mediante su aplicación fue posible obtener datos con un alto grado de exactitud y confiabilidad. Un análisis estadístico descriptivo e inferencial mostró una mejora significativa en la habilidad para hablar en inglés en la comparación entre el pre y el post test. Para esta prueba se utilizó una prueba y rubrica de Cambridge nivel B1, para determinar la mejora cualitativa se utilizó una guía de observación. **Resultado.** El instrumento test evidenció una mejora de 2.3 puntos en la destreza oral. Al aplicar la prueba T-student con los datos obtenidos se ratificó el cambio luego de la aplicación del proyecto. La guía de observación mostró la correlación bilateral entre las variables. Todos los resultados demostraron el impacto positivo del Método Comunicativo en la destreza oral en inglés. **Conclusión** Se concluyó que el proyecto aporta significativamente en la enseñanza del idioma inglés y específicamente mejora la destreza oral. Se recomienda continuar investigando sobre este método para generar nuevos conocimientos para la enseñanza de lenguas extranjeras.

**Abstract**

**Introduction.** This research presents the correlation of the Communicative Method variables and the teaching-learning process of the ability to speak English. This proposal was applied to the students of the ESPOCH Maintenance Career. **Objective.** The level of influence of the techniques based on the Communicative Method in the improvement of oral skills was determined. **Methodology.** Two methods, techniques and instruments were used for the intervention. Through its application it was possible to obtain data with a high degree of accuracy and reliability. A descriptive and inferential statistical analysis showed a significant improvement in the ability to speak in English in the comparison between the pre and post test. For

---

this test, a Cambridge level B1 test and rubric was used, to determine the qualitative improvement an observation guide was used. **Result.** This test instrument showed an improvement of 2.3 points in oral skills. When applying the T-student test with the data obtained, the change was ratified after the application of the project. The observation guide showed the bilateral correlation between the variables. All the results demonstrated the positive impact of the Communicative Method on oral skills in English. **Conclusion.** It was concluded that the project contributes significantly to the teaching of the English language and specifically improves oral skills. It is recommended to continue researching on this method to generate new knowledge for the teaching of foreign languages.

---

## Introducción

Este estudio se enfocó en el efecto de Método Comunicativo del idioma en el desarrollo de las habilidades para hablar inglés. La idea principal fue aplicar técnicas basadas en este método para mejorar las habilidades orales en vocabulario, comunicación interactiva, manejo del discurso, pronunciación y contenido y redefinir el rol interactivo de profesor y alumno. Basándose en los aspectos funcionales del lenguaje y la comunicación propositiva, se han desarrollado técnicas que permiten a los estudiantes contextualizar el conocimiento tanto dentro como fuera del aula (Kelley et al., 2018). Este método ayuda a adquirir de manera eficiente el idioma inglés, que contribuye significativamente al desarrollo cognitivo del idioma inglés.

Hablar es sin duda una de las formas de comunicación más comunes; Las personas usan expresiones orales para expresar sus opiniones, puntos de vista o sentimientos. La importancia de encontrar una manera de desarrollar efectivamente las habilidades de hablar inglés es indiscutible. En todo el mundo, se han realizado muchas encuestas para demostrar cómo un método eficaz puede determinar el éxito de la comunicación en inglés. Según Nita & Syafei (2012), el método comunicativo es el método de enseñanza de que influye significativamente en la adquisición del Inglés. La idea principal de este método es mejorar la comunicación real entre interlocutores en un idioma extranjero. Esta idea fue analizada por Aslam (2006), quien afirmó que Método Comunicativo es ahora un modelo aceptado con múltiples interpretaciones y manifestaciones. Vyas & Patel (2015), afirma que para algunos este método es una integración de la educación gramatical y funcional, y para otros significa el uso de procedimientos en los que los estudiantes

trabajan en parejas o grupos utilizando los recursos lingüísticos disponibles en tareas de resolución de problemas. Basado en estos preceptos es posible decir que la influencia de Método Comunicativo en las habilidades orales en el proceso de enseñanza y aprendizaje del inglés es irrefutable. Agudelo (2011), es difícil mejorar el dominio del inglés de los estudiantes sin la destreza oral y sin un método correcto. Los estudiantes del idioma inglés usan esta habilidad cuando viajan a otro país, presentan trabajos de investigación, hacen presentaciones en clase o interactúan con compañeros. Docentes e investigadores han trabajado para desarrollar habilidades orales mediante la adopción de un enfoque comunicativo. Un ejemplo es el estudio de Mukalel (2005), que reportó que la combinación del Método Comunicativo y recursos tecnológicos mejora el nivel de expresión oral de los estudiantes del idioma inglés. Saputra (2015), también explica cómo este método innovador ayuda a los estudiantes a superar las dificultades para desarrollar la habilidad de hablar idiomas extranjeros y cómo la aplicación de estas técnicas basadas en el estilo ha mejorado el ambiente de trabajo en el aula. Otro estudio que contribuye a la comprensión de este enfoque es Richards et al. (2001), que muestra cómo el Método Comunicativo ayuda a mejorar la competencia de los estudiantes que tienen dificultades para aprender inglés. Su investigación proporciona una explicación detallada de cómo aplicar este enfoque. El estudio de referencia definitivo fue realizado por Leech & Svartvik (2013), quienes describieron este método como una forma de interactuar y desarrollar habilidades orales. Como explicamos anteriormente, este método de comunicación tiene como objetivo proporcionar una visión integral de la interacción expresiva (McCarthy & Carter, 2006).

La idea principal de la enseñanza oral es integrar fuentes gramaticales, funcionales e interactivas de manera práctica. Este método aún se está estudiando en todo el mundo debido a su éxito según varios estudios (Magalhães & Albornoz, 2015). La forma en que se comunica puede ser un factor crítico en el desarrollo de las habilidades para hablar. Los estudios citados respaldan la importancia de este enfoque. En algunos países del primer mundo en Europa y América del Norte, aún se está investigando cómo mejorar la producción oral en el idioma inglés. América Latina y Ecuador se suman a este objetivo, debido al bajo nivel de dominio del idioma. En la Carrera de Mantenimiento de la ESPOCH también se presenta este problema, en la práctica docente se destacan algunos errores de los estudiantes en la habilidad de hablar. El grupo de investigación incluyó a 54 estudiantes de nivel B1, matriculados en la materia de inglés 8 mujeres y 46 hombres siguieron este programa durante el periodo académico. Para la obtención de los datos se utilizaron dos métodos. Pruebas y Rubricas estandarizadas PET de la Universidad de Cambridge se utilizaron para evaluar el dominio del inglés de los estudiantes a través de un pre y post test, y para demostrar una posible mejora cuantitativa, el otro instrumento fue una guía de observación que midió el desempeño de los participantes involucrados en el proceso de enseñanza aprendizaje. El diagnóstico comienza con el análisis teórico y la

implementación de técnicas basadas en Método Comunicativo para encontrar soluciones para los bajos niveles de habilidades del habla en inglés. La evidencia observacional mostró la relación entre dos variables aplicando el método de comunicación. El estudio ha contribuido al mejoramiento académico de los estudiantes durante la carrera de mantenimiento de la ESPOCH. Los estudiantes han recibido herramientas muy útiles que pueden usar en clase, en exámenes internacionales y socializar en el mundo académico e intelectual, lo que demuestra que el inglés puede ser una herramienta muy importante en su carrera. Gracias a este método que fomenta la comunicación menciona Berenguer-Román et al. (2016), uno puede desarrollar una comunicación útil en el contexto del mundo real. Se fomenta la interacción para mejorar las habilidades lingüísticas y de comunicación. Los estudiantes pueden usar las funciones del lenguaje para expresar sus sentimientos y pensamientos y desarrollar el lenguaje dentro y fuera del salón de clases. Los maestros y los estudiantes desempeñan roles que son diferentes de los roles tradicionales.

Se propone que la producción oral se enseñe en inglés a través del Método Comunicativo que ha hecho un aporte importante al desarrollo de esta habilidad comunicativa, los estudiantes de la ESPOCH fueron los beneficiarios directos, su producción oral mejoró significativamente. Al adquirir estas habilidades, los estudiantes pueden poner en práctica sus conocimientos fuera del aula, es decir, en la vida.

Los estudiantes mostraron poca fluidez en las expresiones orales del idioma inglés, pero se logró mejorar la participación en el desarrollo de la producción oral. Los maestros no utilizaban adecuadamente estrategias de enseñanza que influyan significativamente en la producción oral de los estudiantes, así lo demuestra la observación llevada a cabo en el aula. La principal razón para mejorar las habilidades orales se debe a la creciente demanda mundial de personas que hablen inglés con fluidez para presentación de proyectos, exámenes internacionales, viajes, etc. La pronunciación, la fluidez, el vocabulario y, sobre todo, la facilidad de interacción permite a los estudiantes de inglés desempeñarse mejor en este mundo competitivo. Todos estos factores son necesarios para el desarrollo de la producción oral, lo que permitirá a los estudiantes comunicarse de manera más efectiva. En Ecuador los estudiantes universitarios deben obtener un nivel B1 del acuerdo al Marco Común Europeo al finalizar su formación académica. Estos exámenes con estándares internacionales evalúan la producción oral en inglés, por lo que es necesario capacitar a los estudiantes para lograr los resultados deseados.

El desarrollo de estrategias basadas en el Método Comunicativo permitió a los estudiantes trabajar en grupos, en una situación participativa y segura, superando así los métodos tradicionales de aislamiento de los estudiantes. La investigación permitió a los estudiantes compartir sus experiencias, habilidades, actitudes. En última instancia, este estudio redujo la clase magistral que limita la participación individual y grupal, se logró que los

estudiantes participen en conversaciones, corrijan su pronunciación, mejoren las relaciones interpersonales y compartan conocimientos.

### Metodología

Para elaborar los objetivos establecidos se realizó una primera y segunda lectura, se estudiaron y examinaron textos bibliográficos referentes a las dos variables; luego, en la segunda lectura, la concepción teórica se enriqueció tomando solo el material bibliográfico más relevante. La construcción de una matriz sirvió para operacionalizar las variables y proporcionar una estructura lógica para elaborar el marco teórico. También se determinó el orden jerárquico de los conceptos fundamentales de variables, dimensiones e indicadores. Se establecieron los instrumentos para obtener datos, toda la información obtenida sirvió para la elaboración del marco teórico.

Al aplicar los instrumentos se obtuvieron datos observables y medibles. Estos datos se tomaron con una guía de observación aplicada y una prueba en el aula durante la práctica docente. La evidencia empírica alcanzada demuestra los postulados establecidos en los objetivos del proyecto. Estos aspectos prueban que esta es una investigación empírica.

La investigación tiene un alto grado de validez y fiabilidad debido a la sistematización a nivel cualitativo y cuantitativo, la demostración a través de operaciones estadísticas y el soporte bibliográfico. Para el desarrollo de esta investigación cualitativa-cuantitativa, se utilizaron instrumentos probados a nivel internacional e instrumentos adaptados de proyectos probados. El proyecto se aplicó en la Carrera de Mantenimiento de la ESPOCH con una duración de 128 horas, con la colaboración total de los participantes, profesor - investigador participó durante las clases impartidas en la materia de inglés.

**Tabla 1**

*Población*

Población	Frecuencia	Porcentaje
Estudiantes	58	100%
Total	58	100%

**Tabla 2**

*Muestra*

Muestra	Frecuencia	Porcentaje
Grupo experimental	29	50%
Grupo Control	29	50%
Total	58	100%

Sampieri et al. (2014), señala como pasos fundamentales para la investigación la medición de fenómenos, inducción, predicción, establecimiento de hipótesis. Todos estos pasos fueron aplicados en la secuencia de esta investigación. Estas características se evidenciaron en el enfoque cuali cuantitativo de esta investigación. Las variables, los datos cualitativos y cuantitativos de la investigación, la hipótesis, y los métodos utilizados fueron sistematizados para lograr resultados óptimos. Se describe los elementos inmersos en el diagnóstico y test final, el análisis estadístico y los procesos y datos obtenidos a lo largo del proyecto.

En el proceso de investigación, también se utilizaron tres tipos de investigación: investigación descriptiva, aplicada y cuasi experimental. A través de la investigación descriptiva, se señalaron las características importantes del problema, se detallaron las propiedades y finalmente se describió la tendencia de la población basada en la encuesta. Esta es una investigación aplicada porque busca la solución al problema de bajo nivel en la habilidad de hablar inglés de los estudiantes en el nivel de la Carrera de Mantenimiento. Durante el período académico, Las técnicas de enseñanza del lenguaje comunicativo fueron desarrolladas por el investigador. Esta es una investigación cuasi experimental porque los datos obtenidos se contrastaron en un pre y post test con la manipulación de la variable Método Comunicativo y las muestras se tomaron de acuerdo con el criterio del investigador. El objetivo de esta investigación fue determinar la relación en términos cuantitativos y cualitativos el nivel de mejora en la destreza *speaking* después de la aplicación de Método Comunicativo. Después de este proceso, se probó la hipótesis alternativa. Se descartó la hipótesis nula que mocionaba que el Método Comunicativo no influye en el desarrollo de la destreza oral de los estudiantes de la Carrera de Mantenimiento.

Para obtener datos cuantitativos, se utilizó una prueba que tenía como objetivo cuantificar en escala de 1 al 15 el nivel de los estudiantes en la destreza oral en inglés. Las calificaciones tomadas de las pruebas de expresión oral PET test de Cambridge evaluaron gramática, vocabulario, pronunciación e interacción. Con el segundo instrumento, guía de observación se mostró resultados positivos. Los profesores participantes de la observación aseguraron que hay una mejora en la habilidad de hablar, de igual manera los estudiantes respondieron de manera positiva de acuerdo con los parámetros establecidos en la guía de observación.

A nivel estadístico, para consolidar los resultados y probar la hipótesis alternativa, los datos se presentaron mediante estadística descriptiva. Para consolidar la investigación se aplicó también estadística inferencial, se aplicaron varias operaciones que incluyeron tablas de porcentajes, gráficos y tablas comparativas y la prueba estadística T-student.

## Resultados

El primer instrumento se usó durante la práctica docente diaria. Esta fue una rúbrica estandarizada de la prueba PET de la Universidad de Cambridge y se aplicó para el diagnóstico y la prueba final. Este instrumento sirvió para evaluar gramática vocabulario, pronunciación y comunicación interactiva, para tener una perspectiva clara del problema y establecer las hipótesis de investigación. A través de la observación fue posible encontrar el aspecto sustancial del problema. Para intervenir, el investigador como un individuo activo tuvo la intención de profundizar en los problemas de aprendizaje para reflexionar sobre ellos, la guía de observación fue instrumento utilizado para esa medición. Se tomaron las primeras y últimas pruebas de cada estudiante se cómo muestras, sin embargo, los estudiantes tomaron varias pruebas orales durante todo el periodo académico, en las que las técnicas de Método Comunicativo se aplicaron repetidamente para mejorar su habilidad para hablar en inglés.

En el primer instrumento prueba PET de la Universidad de Cambridge se aplicó varias veces durante el semestre en la asignatura de inglés 3 a todos los estudiantes en el estudio. La rúbrica se utilizó con la prueba PET La primera prueba se consideró la prueba previa y la última la prueba posterior. Los resultados de la rúbrica obtenida por grupo se observan en detalle en la siguiente tabla.

**Tabla 3**

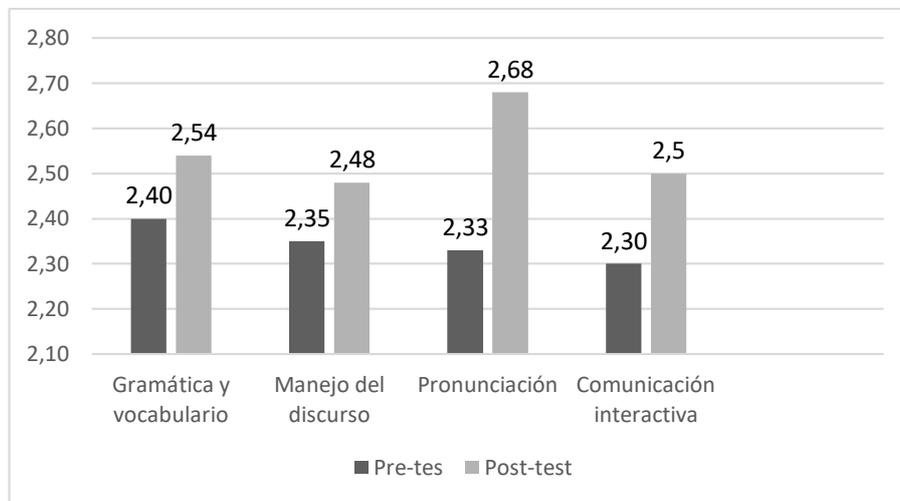
*Test*

PET test	Grupo Control		Grupo Experimental	
	Pre-test	Post-test	Pre-test	Post-test
Resultado Total	9.38	10.2	10.85	12.14

El desarrollo de las habilidades para hablar permitió a los estudiantes trabajar en proyectos, presentaciones y tareas que involucraron la comunicación en inglés. El cambio positivo en a la evaluación de las diferentes sub-destrezas del habla en inglés pronunciación, gramática, vocabulario, interacción comunicativa y manejo de discurso dista entre el grupo experimental y el grupo control. En los resultados obtenidos se evidenció que el grupo experimental obtiene mejores resultados en todos los ítems estudiados con relación al grupo control. Sin embargo, el cambio se da en menor proporción, este puede deberse al tiempo de aplicación de Método Comunicativo y otros factores que posiblemente incidieron en el rendimiento de los estudiantes como conocimientos previos, problemas psicosociales, influencia de la lengua materna o poco interés en la materia. A continuación, se presenta en detalle los resultados de cada ítem en la prueba PET.

**Figura 1**

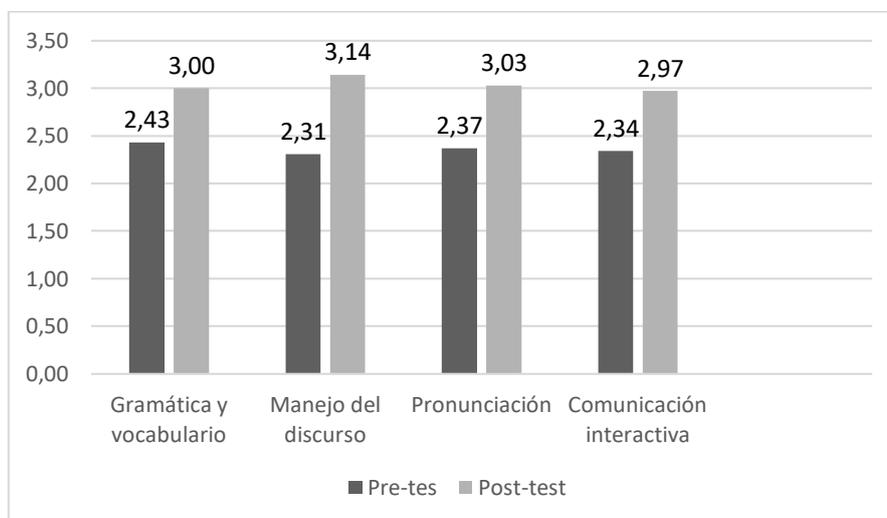
*PET Grupo experimental*



La mejora del nivel en el grupo control es relativamente bajo con relación al grupo experimental. La mejora más evidente se observó en el ítem pronunciación con una mejora de 0.3 en los demás ítems la mejora fue menos a este puntaje.

**Figura 2**

*PET Grupo Control*



La tabla permite observar una mejora superior a 0.5 en todos los ítems. El ítem en el que se evidencia la mejora más significativa es en el ítem manejo del discurso. De acuerdo con este instrumento la aplicación de técnicas Método Comunicativo mejora la habilidad de hablar en inglés de los estudiantes de la Carrera de Mantenimiento de la ESPOCH. El instrumento test PET se tomó como punto de partida para establecer la relación entre las variables Método Comunicativo y destreza oral en inglés. En la prueba de diagnóstico evaluada con la rúbrica PET de grupo experimental, el resultado promedio para la habilidad de hablar de los 58 estudiantes fue de 10.85 / 20 y en el promedio final del post test luego de la aplicación de Método Comunicativo fue 12.14/20. Aunque este instrumento demostró la correlación entre las variables, para evidenciar con mayor objetividad los resultados se trabajó con una guía de observación y la prueba estadística T-students.

El instrumento guía de observación fue aplicado a lo largo del periodo académico, se trabajó en una escala de 1 a 5, el valor 1 como el valor más bajo y 5 el valor más alto. Se consideró el uso de decimales para cuantificar la observación de la destreza oral en inglés con la mayor precisión posible. El docente en el rol de observador evaluó la participación de los estudiantes en el aula con una guía paramétrica detallada (rubrica) bajo los aspectos: interacción con el docente, interacción con los compañeros, frecuencia de participación de los estudiantes, metodología centrada en el estudiante, uso de lengua extranjera, ambiente de aprendizaje. La evaluación en líneas generales se presenta en la siguiente tabla.

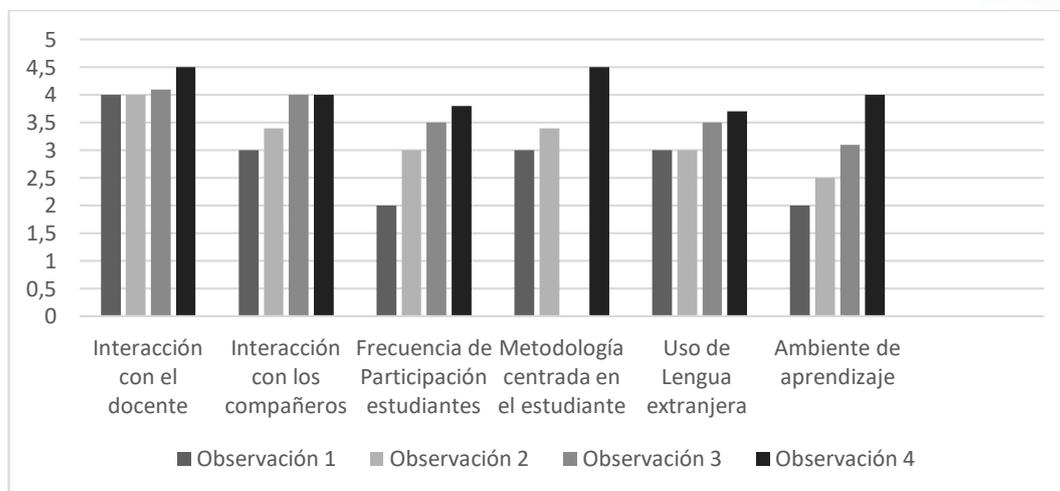
**Tabla 4**

*Guía de observación método comunicativo*

Aspectos Evaluados	Observación 1	Observación 2	Observación 3	Observación 4
Interacción con el docente	4	4	4.1	4.5
Interacción con los compañeros	3	3.4	4	4
Frecuencia de Participación estudiantes	2	3	3.5	3.8
Metodología centrada en el estudiante	3	3.4	3.7	4.5
Uso de Lengua extranjera	3	3	3.5	3.7
Ambiente de aprendizaje	2	2.5	3.1	4

**Figura 3**

*Método Comunicativo - Guía de observación*



El cambio positivo se observa en la figura 3. Se evidencia el cambio de acuerdo el proyecto avanza. El cambio no es grande de un momento de la observación a otro, pero el tiempo de aplicación del estudio es relativamente corto.

La presente investigación demuestra la correlación entre la variable independiente Método Comunicativo y la variable dependiente enseñanza de la destreza oral en inglés. Los instrumentos aplicados demostraron la hipótesis alternativa, Los resultados del pre y el post test demostraron la mejora cuantitativa en el dominio de la destreza *speaking* y la Guía de observación evidenció la mejora cualitativa en el proceso de enseñanza aprendizaje luego de la aplicación de este método. Finalmente, a nivel estadístico, para consolidar los resultados y probar la hipótesis alternativa, los datos se analizaron bajo estadística inferencial con la prueba T-student. Los resultados obtenidos demostraron una correlación de 617 y una significancia inferior a 0.05 en la prueba paramétrica que compara las medias. Estos resultados demuestran lo establecido por el docente investigador.

**Tabla 5**

*T\*student - Estadísticas de muestras pareadas*

		Media	N	Std. Deviación	Std. Media de errores
Pair 1	Pre test PET	10,85	29	1,859	,319
	Post test PET	12,14	29	2,323	,398

**Tabla 6**

T\*student - *Correlaciones de muestras pareadas*

	N	Correlación	Sig.
Pair 1 Pre test PET & Post test PET	29	,617	,000

### Conclusiones

- Se concluye que el Método Comunicativo contribuyó significativamente en el desarrollo de esta destreza oral en inglés de los estudiantes de la Carrera de Mantenimiento de la ESPOCH. Ellos, como beneficiarios directos, incrementaron su capacidad de interactuar en inglés, su gramática, vocabulario y su pronunciación; mejoraron significativamente su producción oral.
- La investigación tiene un alto grado de validez y fiabilidad debido a la sistematización a nivel cualitativo y cuantitativo, la demostración a través de operaciones estadísticas, el soporte bibliográfico, y los instrumentos probados a nivel internacional demuestran que existe un alto grado de correlación ente estas dos variables
- El desarrollo de técnicas basadas en el Método Comunicativo permitió a los estudiantes de la ESPOCH trabajar en equipos, que tengan una actitud participativa y segura, de esta manera se deja de lado métodos ortodoxos que aíslan a los estudiantes, se pudo proveer a los docentes una herramienta didáctica que limite el método tradicional y permita la participación individual y colectiva,

### *Referencias bibliográficas*

- Agudelo, S. P. (2011). *Los Métodos De Enseñanza En Ele: El Método Comunicativo Revisado*. <https://Papyrus.Bib.Umontreal.Ca/Xmlui/Handle/1866/5189>
- Aslam, M. (2006). *Teaching Of English*. Foundation Books.
- Berenguer-Román, I. L., Roca-Revilla, M., & Torres-Berenguer, I. V. (2016). La Competencia Comunicativa En La Enseñanza De Idiomas. *Dominio De Las Ciencias*, 2(2), 25-31. <https://Doi.Org/10.23857/Dc.V2i2.50>
- Kelley, D. L., Waldron, V. R., & Kloeber, D. N. (2018). *A Communicative Approach To Conflict, Forgiveness, And Reconciliation: Reimagining Our Relationships*. Routledge.

- Leech, G., & Svartvik, J. (2013). *A Communicative Grammar Of English*. Routledge.
- Magalhães, C. De S., & Albornoz, O. M. (2015). El Método Comunicativo En La Enseñanza De Lengua Española. *V Congreso Nordestino De Professores De Espanhol (nov. 2014). I Congresso Internacional Do Ensino De Espanhol, 2015, Págs. 402-408, 402-408.*  
[Https://Dialnet.Unirioja.Es/Servlet/Articulo?Codigo=5171216](https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5171216)
- Mccarthy, M., & Carter, R. (2006). *Explorations In Corpus Linguistics*. Cambridge University Press.
- Mukalel, J. C. (2005). *Approaches To English Language Teaching*. Discovery Publishing House.
- Nita, S. A., & Syafei, A. F. R. (2012). Involving Audio-Lingual Method (Alm) And Communicative Language Teaching (Clt) In Teaching Speaking Skill At Junior High School. *Journal Of English Language Teaching, 1(1), 65-73.*  
[Https://Doi.Org/10.24036/Jelt.V1i1.368](https://doi.org/10.24036/jelt.v1i1.368)
- Richards, J. C., Richards, J. C., Dudeney, G., & Rodgers, T. S. (2001). *Approaches And Methods In Language Teaching*. Cambridge University Press.
- Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2014). *Metodología De La Investigación*. Mcgraw-Hill Education.
- Saputra, J. B. (2015). Communicative Language Teaching: Changing Students' Speaking Skill. *Premise: Journal Of English Education And Applied Linguistics, 4(1), Article 1.* [Https://Doi.Org/10.24127/Pj.V4i1.277](https://doi.org/10.24127/pj.v4i1.277)
- Vyas, M. A., & Patel, Y. L. (2015). *Teaching English As A Second Language, Second Edition: A New Pedagogy For A New Century*. Phi Learning Pvt. Ltd.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Análisis exploratorio entre modelos matemáticos predictivos, aplicados a la producción de energía mediante series temporales

*Exploratory analysis between predictive mathematical models, applied to energy production through time series*

- <sup>1</sup> Guido Javier Mazón Fierro  <https://orcid.org/0000-0001-8745-2373>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Administración de Empresas, Riobamba, Ecuador,  
[guido.mazon@epoch.edu.ec](mailto:guido.mazon@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Pamela Alexandra Buñay Guisñan  <https://orcid.org/0000-0002-4320-6899>  
Universidad Nacional de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ingeniería, Riobamba, Ecuador  
[pbunay@unach.edu.ec](mailto:pbunay@unach.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/04/2022

Revisado: 20/05/2022

Aceptado: 27/06/2022

Publicado: 13/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2223>

Cítese:

Mazón Fierro, G. J., & Buñay Guisñan, P. A. (2022). Análisis exploratorio entre modelos matemáticos predictivos, aplicados a la producción de energía mediante series temporales. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 57-78.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2223>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Series temporales, pronóstico, energía, modelos matemáticos.

**Resumen**

**Introducción:** la energía en los actuales momentos se puede considerar como un elemento esencial en la vida de las personas, así como en el desarrollo y progreso de los países, el sector energético se constituye como estratégico debido a que permite el funcionamiento y operabilidad de los diferentes sectores se puede afirmar que la energía es indispensable en la sociedad moderna. El pronosticar o inferir que va a suceder a futuro, permite tomar decisiones oportunas y anticiparse a los acontecimientos, es así como se vuelve trascendente el conocer la producción del sector energético a futuro, además, se pueden utilizar estas predicciones como elementos de partida para generar documentos como planificaciones energéticas a mediano y largo plazo. **Objetivos:** realizar un estudio exploratorio de las mejores técnicas que podrían asistir la predicción en la producción de energía primaria en Ecuador, para evaluar la eficiencia de ajuste a corto plazo mediante series temporales univariantes. **Metodología:** en el trabajo investigativo se pudo realizar un estudio exploratorio de cuatro modelos predictivos en el sector energético de Ecuador, mediante dos técnicas, ARIMA y suavización exponencial Holt, que permitieron una aproximación confiable de predicción en la producción de energía primaria a corto plazo, en tres años hasta 2022, mediante series temporales univariantes. En cuanto a la parte metodológica empleada para cumplir los objetivos, se inició con la obtención de la serie histórica proporcionada por el Ministerio de Recursos Renovables y Energía en el documento técnico denominado Balance Energético Nacional 2019, se procesaron los datos y determinaron outliers mediante el criterio de Chauvenet, una vez determinada la base de datos para el análisis, se aplicó la metodología Box-Jenkins para la obtención de modelos ARIMA y Holt. **Resultados:** el modelo que mejor se ajusta a las bondades de predicción de los analizados es el Modelo\_a ARIMA (1,1,0) cuya expresión es:  $Y_t = 3365,526 + 0,074 Y_{t-1} + \varepsilon_t$ , además, se estimó que la producción de energía primaria para el año 2022 en Ecuador, podría ser de 236940,541 kilo barriles equivalentes de petróleo (KBEP), con una fluctuación superior e inferior en el intervalo de [27511,589 , 198369,493](KBEP). **Conclusiones:** se puede afirmar de acuerdo con los datos obtenidos que los modelos predictivos hallados son estrictamente autorregresivos es decir que son métodos iterativos explícitos, puesto que determinan

el valor de  $Y_t$  en dependencia con el anterior resultado  $Y_{t-1}$ , en el cual no intervienen los residuos de los errores, esto indica que no interviene la componente de medias móviles. La predicción con los tres primeros modelos a, b, c resultaron con un comportamiento creciente y con el modelo h se mantenía constante.

**Keywords:**

Typography:  
Time series,  
forecast, energy,  
mathematical  
models.

**Abstract**

**Introduction:** energy at the present time can be considered as an essential element in people's lives, as well as in the development and progress of countries, the energy sector is strategic because it allows the operation and operability of the different sectors. it can be said that energy is indispensable in modern society. Forecasting or inferring what is going to happen in the future allows timely decisions to be made and to anticipate events. This is how it becomes important to know the production of the energy sector in the future. In addition, these predictions can be used as starting elements to generate documents such as medium and long-term energy planning. **Objectives:** conduct an exploratory study of the best techniques that could assist in the prediction of primary energy production in Ecuador, to evaluate the short-term adjustment efficiency through univariate time series. **Methodology:** in the research work it was possible to conduct an exploratory study of four predictive models in the energy sector of Ecuador, using two techniques, ARIMA and Holt exponential smoothing, which allowed a reliable approximation of prediction in the production of primary energy in the short term, in three years until 2022, using univariate time series. As for the methodological part used to meet the objectives, it began with obtaining the historical series provided by the Ministry of Renewable Resources and Energy in the technical document called National Energy Balance 2019, the data was processed and outliers were determined using the criterion de Chauvenet, once the database for the analysis was determined, the Box-Jenkins methodology was applied to obtain ARIMA and Holt models. **Results:** the model that best fits the prediction benefits of those analyzed is ARIMA Model-a (1,1,0) whose expression is:  $Y_t = 3365.526 + 0.074 Y_{(t-1)} + \varepsilon_t$ , in addition, it was estimated that Primary energy production for the year 2022 in Ecuador could be 236940.541 kilobarrels of oil equivalent (KBEP), with a fluctuation above and below in the interval of [275511.589 .198369.493](KBEP). **Conclusions:** based on the data obtained, it

---

can be stated that the predictive models found are strictly autoregressive, that is, they are explicit iterative methods, since they determine the value of  $Y_t$  depending on the previous result  $Y_{(t-1)}$ , in which they do not intervene the residuals of the errors, this indicates that the component of moving averages does not intervene. The prediction with the first three models a, b, c resulted in an increasing behavior and with model h it remained constant.

---

### Introducción

La energía en los actuales momentos se puede considerar como un elemento esencial en la vida de las personas y en el desarrollo y progreso de los países, el sector energético se constituye como estratégico debido a que permite el funcionamiento y operabilidad de los diferentes sectores, como por ejemplo industrial, transporte, agrícola, residencial, entre otros, entonces se puede decir que la energía está presente y se manifiesta en la cotidianidad de la vida de los seres humanos cuando en el ámbito productivo se opera una maquinaria, o en una residencia se utiliza energía eléctrica para iluminar una habitación o encender un electrodoméstico, también se puede evidenciar la presencia de energía cuando se desea transportar de un lugar a otro mediante la utilización de un medio de transporte motorizado en síntesis se puede afirmar que la energía es indispensable en la sociedad moderna.

El pronosticar o inferir que va a suceder a futuro, permite tomar decisiones oportunas en el momento adecuado y anticiparse a los acontecimientos, es por esto por lo que se vuelve trascendente el conocer la producción y el consumo del sector energético, además de esto se puede utilizar estas predicciones como elementos de partida para generar documentos más elaborados como una planificación energética a mediano y largo plazo. Si se asocia la predicción a una estructura matemática se puede afirmar según González (2009), que el modelo predictivo es una representación de una realidad compleja, que se diseña para analizar su comportamiento y anunciar o conjeturar lo que en determinadas condiciones ha de suceder. El insumo con el que se debe contar para establecer proyecciones en un estudio son datos del pasado es decir una serie temporal, la cual es el resultado de observar los valores de una variable a lo largo del tiempo en intervalos regulares cada día, mes, año (Alonso, 2019), si a esto le añadimos el análisis univariante o escalar según Peña (2010), es una secuencia de  $N$  datos ordenados y equidistantes cronológicamente sobre una característica de una unidad observable en diferentes momentos.

El poder desarrollar un caso de estudio particular con datos históricos de producción de energía primaria en Ecuador, proporcionados por el Ministerio de Recursos Renovables y Energía, brindan un aporte al sector energético, ya que contar con valores o estimaciones futuras basados en evidencia científica siguiendo un modelo predictivo ARIMA y Holt, son insumos importantes y necesarios para realizar una planificación adecuada en el sector, además de ser un importante indicador en la toma de decisiones. Estas acciones permitirán tener un abastecimiento apropiado y no permitirán llegar a producir un déficit de energía, que podrían afectar a otros sectores del país, además de reducir el coste de importación con relación a la compra anticipada del recurso.

El problema que se pretende ayudar a solventar es estimar la producción de energía primaria en un periodo corto de tres años para poder obtener un valor aproximado de la producción en el año 2022.

### Metodología

#### *Recopilación y preparación de datos*

El punto de partida se fundamenta en la recopilación de los datos históricos de la producción de energías primarias en Ecuador, la fuente de donde se tomaron los mencionados datos es el Balance Nacional de Energía (BNE), el cual es difundido por el Ministerio de Energía y Recursos Naturales no Renovables en conjunto con otras organizaciones del sector energético de Ecuador, cabe mencionar que la información es de libre acceso la cual se encuentra en el portal web de la institución. Esta serie de datos cronológicos se los presenta de dos maneras en el Balance Nacional de Energía, la primera mediante gráficas que comprende un periodo anual de 1970 hasta 2012, y la segunda a través de tablas de valores desde 1995 hasta el año 2019, lo que comprende una muestra de 50 datos para el análisis.

Para poder cuantificar la serie temporal de datos que se muestran de 1970 al 2012 en la gráfica del Balance Nacional de Energía, se ha utilizado el programa de libre acceso webplotdigitizer. El procedimiento que se desarrolló para la digitalización de los datos fue:

- Obtener la gráfica a digitalizar en formato \*.jpg para poder importar al menú principal de webplotdigitizer.
- Definir el punto de origen de la gráfica, lo que equivale a establecer la coordenada  $x, y (0,0)$
- Determinar el valor máximo para cada eje coordenado en  $x = 2012 ; y = 250\ 000$

- Una vez determinados estos pasos el programa establece un mallado en el cual se asignará un valor numérico cuando se posicione el puntero del ratón utilizando puntos donde se desee conseguir la coordenada  $(x, y)$
- Se procede a sobre escribir la gráfica con puntos consecutivos para sacar los valores deseados.
- Para finalizar se debe exportar el archivo que contiene la información de la gráfica, transformada a una tabla de datos numéricos.

Una vez agrupados todos los valores de producción de energía primaria en una serie temporal anual de 1970 hasta el 2019 se realiza una gráfica de líneas para visualizar cómo se comporta la serie de tiempo.

En la preparación de los datos se incluyó el análisis de la serie temporal, en un primer momento elaborando un diagrama de cajas y bigotes para identificar los outliers, además de esta ayuda gráfica se aplicó el criterio de Chauvenet.

Determinados los candidatos a outliers se procede a la elección mediante el criterio de Chauvenet el cual consiste en:

- Se debe transformar una serie de datos con tendencia a una serie temporal estacionaria.
- Como siguiente paso se calcula los estadísticos descriptivos de la serie de datos estacionaria.
- Se estima el punto crítico de Chauvenet calculado ( $P_i$ ) para todos los valores de la serie temporal.
- A continuación, se compara cada valor de  $P_i$  con el punto crítico de Chauvenet teórico ( $P_{ch}$ ), si  $P_i > P_{ch} \Rightarrow$  es un outliers o valor atípico

Una vez identificados los valores atípicos se procede a entender el origen y causas de su presencia y a tomar la decisión de eliminarlo, modificarlo o trabajar con ese dato fuera de rango.

#### *Desarrollo y formulación de los modelos predictivos*

Con los valores de la data explicados, en esta etapa se procede primero a graficarlos, para en primera instancia observar características propias de esta serie temporal univariante, segundo con la ayuda el software SPSS se procede al análisis de características de la serie como la función de auto correlación simple y parcial además de identificar si la serie es estacionaria o no, con esta información obtenida se procede a estructurar modelos lineales tales como ARIMA con diferentes variantes, por otro lado con los mismos datos se aplicara modelos con suavizamiento exponencial o de Holt. El acrónimo ARIMA tiene su origen en el término anglosajón *Autoregressive Integrated Moving Average* que

significa Auto Regresivo (AR) Integrado (I) Medias Móviles(MA), llamado también como modelo Autorregresivo de medias móviles integrado; la publicación de George Box y Gwilym Jenkins , marcó el comienzo de una nueva generación de herramientas de pronóstico la misma que dio origen a la metodología de Box-Jenkins (BJ), pero que también es conocida como metodología ARIMA (Herrera, 2019), una de las ventajas que se puede citar es que son muy buenos para la predicción a corto plazo debido a su capacidad de aprender de los cambios de la serie, además de lo mencionado se puede decir que la construcción de estos modelos no posee una elaboración complicada (Millán 2019).

Mateos del Pino (2009), menciona que el método de Holt es una técnica de alisado exponencial y se utiliza para aquellas series temporales que presentan tendencia y estacionalidad. En este tipo de suavizamiento hace uso de datos históricos para obtener una nueva serie más suave a partir de la cual se hace la predicción. Una de las ventajas del alisado exponencial radica en que se define mediante recurrencias muy simples, de manera que se facilitan los cálculos y se reducen los requerimientos de almacenamiento de datos, esto es de gran ayuda cuando se desarrollan series con grandes datos.

El objetivo que persigue esta etapa es identificar patrones y estimar un modelo estadístico que es la base para generar la información de la muestra, si se desea realizar la predicción de los datos futuros se debe asegurar que las características de la serie son constantes en el tiempo, es decir que la predicción se realizara sobre datos estrictamente estacionarios (Sánchez, 2018).

#### *Validación de los modelos*

La longitud de la serie de producción de energía primaria es de  $N = 50$ , se considerará este valor poblacional en vista de que es el histórico de los datos existentes, la validación de los modelos se efectuará mediante el criterio de Error Medio Absoluto Porcentual (MAPE), el Error Cuadrático Medio (RMSE) y el Criterio de información Bayesiana normalizado (BIC). Las estimaciones se consideran aceptables si se encuentran en el intervalo de confianza del 5%, se ha de seleccionar el modelo que mejor se ajuste con un error mínimo. Una prueba del modelo seleccionado es ver si los residuales estimados a partir de este modelo son de ruido blanco; si lo son, aceptamos el ajuste particular; si no lo son, debemos empezar de nuevo. Por tanto, la metodología es un proceso iterativo (Gujarati & Porter 2010).

#### *Interpretación y comparación de resultados*

La construcción de modelos ARIMA para pronosticar es una de las técnicas más empleadas en diferentes ámbitos, gracias a que en corto plazo su capacidad predictiva es

muy cercana a la realidad y la interpretación del modelo emplea entre otras medidas el Error Cuadrático Medio (MSE) y el Error Absoluto Medio (MAE) (Pineda et al., 2017).

De acuerdo con los resultados de Error Medio Absoluto Porcentual (MAPE) y el Error Cuadrático Medio (RMSE) y el Criterio de información Bayesiana normalizado (BIC), se procederá a la interpretación y comparación de resultados, para determinar y seleccionar un modelo que presente las mejores condiciones de diferencia de errores.

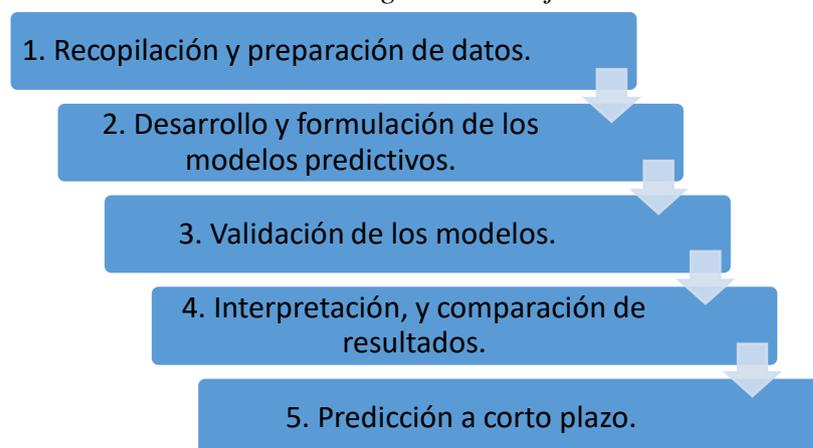
### *Predicción a corto plazo*

Se pretende en este caso utilizar el mejor modelo predictivo seleccionado para realizar una estimación a corto plazo de los siguientes 3 años de la serie estocástica. Un proceso estocástico es un conjunto de variables que se generan de forma aleatoria, además se encuentran ordenadas a la vez equiespaciadas con relación al tiempo, las cuales pueden ser referidas a una o varias características de la variable observable en diferentes momentos (Mauricio, 2007).

Una vez construido el modelo ARIMA su gran aplicación son los pronósticos. En muchos casos, los pronósticos obtenidos por este método son más confiables que los obtenidos de modelos econométricos tradicionales, en particular en el caso de pronósticos de corto plazo (Espino, 2017).

**Figura 1**

### *Metodología del trabajo*



### **Resultados**

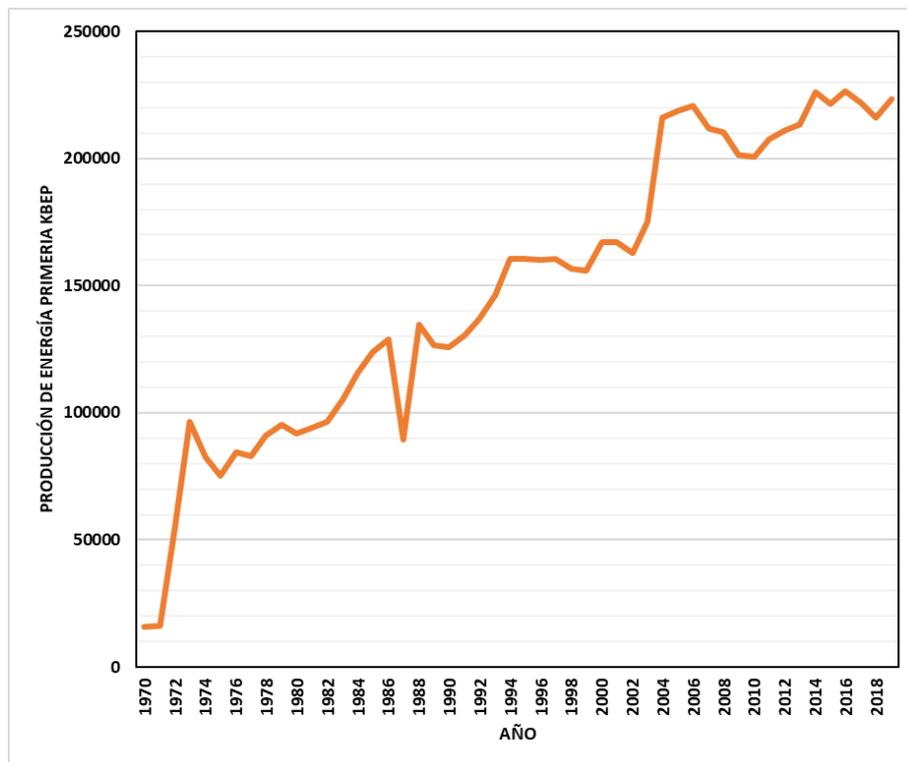
En la primera parte se digitaliza la gráfica de datos históricos con la ayuda del programa webplotdigitizer para obtener datos cuantitativos y así poder obtener la serie temporal de análisis, una vez digitalizado se añaden los datos que se presentan mediante tablas en el Balance Nacional de Energía, para obtener una data de cincuenta observaciones.

Debido a que se han estimado 25 valores de producción de energía primaria a través de la figura que nos ofrece el Balance Nacional de Energía a una tabla de valores numéricos, se procedió a encontrar el error porcentual de la utilización de esta aplicación de libre acceso para la digitalización de imágenes llamada webplotdigitizer, en cuyo caso se encontró un error porcentual promedio de digitalización menor al 1% siendo este igual a 0.48%.

Una vez obtenidos estos valores se procede a tabularlos y graficarlos (figura 2), se observa que se puede describir la presencia de tendencia creciente en la producción de energía primaria, en otras palabras, se puede notar que está presente una pendiente positiva, se percibe también que, en el año 1975, 1988, 2004, se generan saltos que acentúan una línea que termina en un vértice o pico. Las unidades de la producción de energía primaria son kilo barriles equivalentes de petróleo (KBEP).

Figura 2

*Serie histórica de producción de energía primaria en Ecuador*



Fuente: Balance Energético Nacional (2019)

En relación con la preparación de los datos se inició confeccionando un diagrama de cajas y bigotes, el cual nos permitirá visualizar los candidatos a outliers y los seleccionaremos a través del criterio de Chauvenet (Barrios et al., 2016). De acuerdo con este análisis se

afirma que existen candidatos a outliers o valores atípicos en: tres (3), cuatro (4), dieciocho (18), diecinueve (19), treinta y cinco (35) en total 5 candidatos estos valores son atribuidos a los siguientes años 1972, 1973, 1987, 1988 y 2004. Una vez determinados los candidatos a outliers se procede a la elección mediante el criterio de Chauvenet según este criterio de Puntos Críticos de Chauvenet ( $P_{ch}$ ) el valor para el número de datos igual a 49 es  $P_{ch} = 2.52$ , el cual permitirá realizar el contraste con los coeficientes encontrados o calculados y así establecer los outliers o valores atípicos. Si se realiza la comparación para cada valor de la serie temporal se puede observar que existen valores de coeficiente calculado de Chauvenet ( $P_i$ ) mayores al punto crítico  $P_{ch}$ , entonces se afirma que existen outliers o valores atípicos en, cuatro (4), dieciocho (18), diecinueve (19), treinta y cinco (35), descartando el valor de tres (3), estos espacios temporales son atribuidos a los siguientes años 1973, 1987, 1988 y 2004.

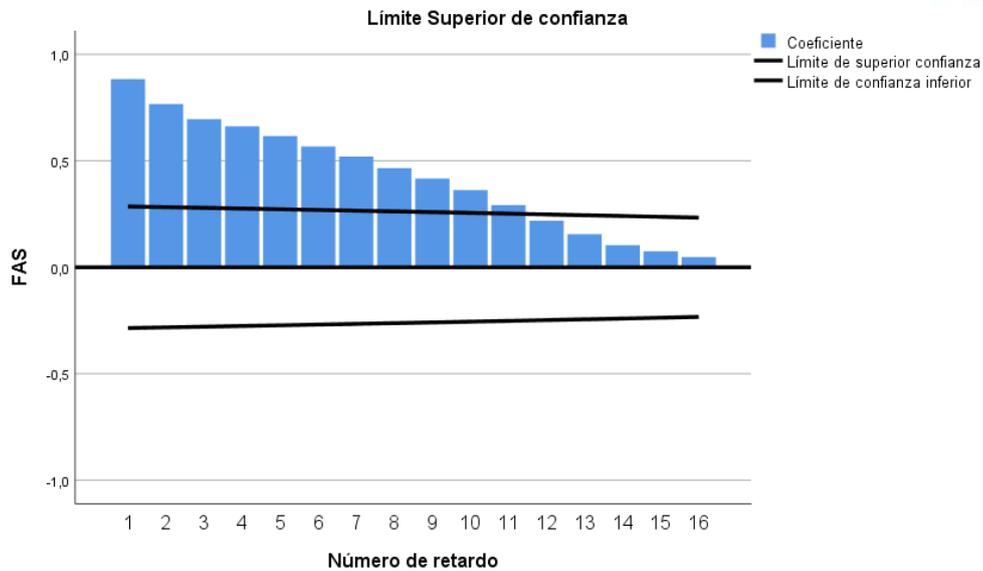
Con la finalidad de que estos valores no degeneren ni distorsionen los estadísticos descriptivos, mediante la ayuda del software estadístico SPSS se los va a modificar con la opción detección automática de valores atípicos y su transformación (Marqués, 2015), los tipos de outliers que permite seleccionar son: aditivo, cambio de nivel, innovador, transitorio, tendencial local y parche aditivo.

Para obtener los diferentes modelos predictivos, se ha trabajado previamente con los datos para no eliminar los outliers y detectarlos automáticamente con el software SPSS y que los transforme o modifique, la segunda acción que se hizo fue transformar la serie de tiempo a una estacionaria, a partir de esta base de datos se determinará la gráfica de autocorrelación simple (FAS) figura 3 y la gráfica de autocorrelación parcial (FAP) figura 4. Vamos a comprobar si estamos ante una serie temporal estacionaria, para ello deberemos ver cómo se comporta a lo largo del año, y si el comportamiento entre periodos del mismo año es el mismo en el resto (García, 2020).

Se evidencia en la gráfica de autocorrelación simple que las barras de coeficientes o barras de significancia muestran una tendencia decreciente suavizada es decir no presentan saltos e interrupciones en cada paso o número de retardo, que comparándolo con las gráficas teóricas de autocorrelación simple determinan que se está en la presencia de un modelo autorregresivo, también se debe hacer la comparación de la gráfica obtenida de autocorrelación parcial con la teórica, la cual nos dará el valor del parámetro del modelo autorregresivo. Si visualizamos con detenimiento la figura 4 se notará que solo existe una barra que sobresale las bandas de confianza lo cual implica que el modelo depende o se explica únicamente con un rezago anterior del tiempo.

**Figura 3**

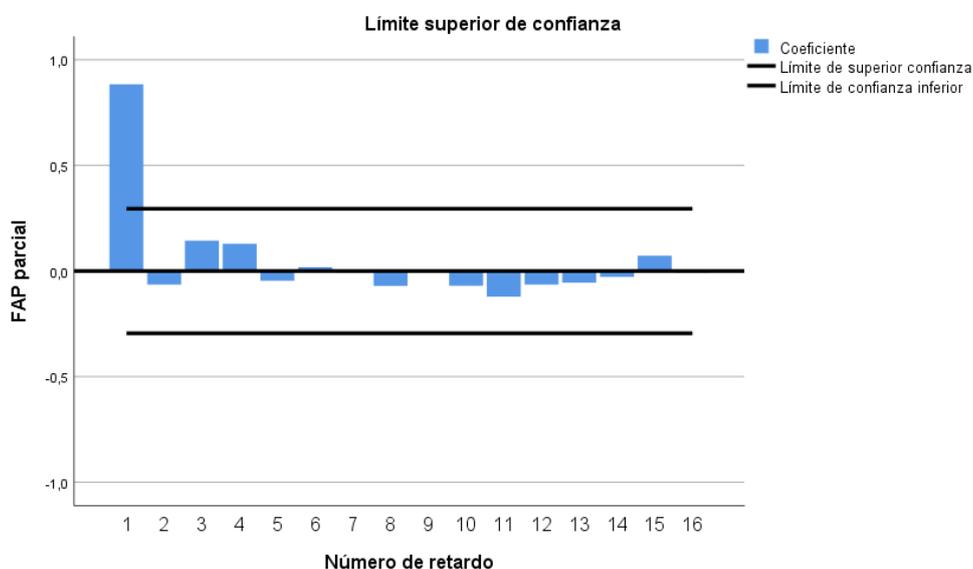
*Autocorrelación simple: límite de confianza superior*



La autocorrelación parcial indica que el valor de integración o diferencia del modelo ARIMA es  $I = 1$ , es decir que se conseguirá obtener una serie temporal estacionaria mediante una diferencia de sus valores y de esa manera poder realizar diversas apreciaciones estadísticas.

**Figura 4**

*Autocorrelación parcial: límite de confianza superior*



En concordancia con los datos obtenidos de los dos correlogramas se establece en general el modelo lineal auto regresivo como:

$$Y_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde:

$Y_t$  = Pronóstico para cualquier valor futuro.

$\alpha_0$  = Constante del modelo

$\alpha_1$  = Constante del modelo Autorregresivo AR

$Y_{t-1}$  = Valor real anterior para el periodo de tiempo.

$\varepsilon_t$  = Error en el instante t.

Como siguiente paso y con la ayuda del software estadístico SPSS se obtienen los valores de los coeficientes:  $\alpha_0$ ;  $\alpha_1$ .

**Tabla 1**

*Parámetros modelo a ARIMA (1,1,0)*

		Parámetros Modelo_a ARIMA (1,1,0)			
Modelo		Estimación	SE	t	Sig.
Producción de Energía Primaria	Constante	3365,526	962,622	3,496	0,001
	AR Retardo	0,074	0,147	0,507	0,615
	1				
	Diferencia	1			

De acuerdo con los parámetros de la tabla 1 ARIMA (1,1,0) obtenemos el siguiente modelo:

$$Y_t = 3365,526 + 0,074 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Del modelo a descrito se puede mencionar:

- El valor autorregresivo del modelo  $AR = 1$ , significa que el modelo va a estar en función de datos del pasado anterior  $Y_{t-1}$  y del error en el instante  $\varepsilon_t$
- La componente de medias móviles  $MA = 0$ , indica que no se considera el error en el instante pasado  $\varepsilon_{t-1}$
- El factor  $\alpha_1 \rightarrow 0$  lo que implica que existe una ponderación no muy significativa con el valor anterior para el periodo de tiempo.
- La significancia o el p valor para el constante cumple con:  $0,001 < 0,05$  por lo que este término tiene un peso preponderante en el modelo.

**Tabla 2**

*Estadísticos de ajuste del Modelo\_a ARIMA (1,1,0)*

Estadísticos de ajuste del Modelo_a ARIMA (1,1,0)		
RMSE	MAPE	BIC normalizado
5998,179	3,360	18,034

De la tabla 2 se evidencia que el error medio absoluto (MAPE) es igual a 3,360 % que es un valor menor que en el intervalo de confianza del 5%.

**Tabla 3**

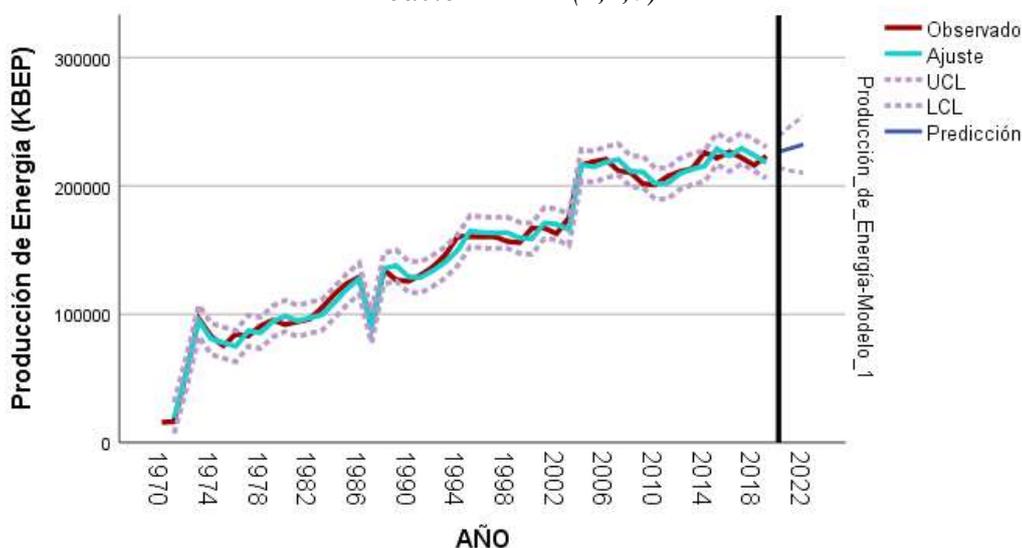
*Predicción Modelo\_a ARIMA (1,1,0)*

Predicción Modelo_a ARIMA (1,1,0)				
Modelo		2020	2021	2022
Producción de Energía Primaria	Predicción	226679,447	231809,994	236940,541
	UCL	248948,452	263303,123	275511,589
	LCL	204410,442	200316,865	198369,493

Si se contempla la tabla 3, se puede decir que la estimación de producción de energía para el año 2022 es de un valor de 236940,541 (KBEP) en un intervalo máximo y mínimo de [275511,589; 198369,493] (KBEP).

**Figura 5**

*Modelo ARIMA (1,1,0)*



De la figura 5 se infiere que, la predicción de la producción de energía primaria es creciente con el ajuste mediante Modelo ARIMA (1,1,0), en la primera parte desde el año

1971 hasta 1990 se sobrepone la serie histórica observada y el ajuste, y posteriormente se encuentran cercanas entre las dos, esto indica que el ajuste es aceptable.

A continuación, se procede a variar los parámetros para realizar un modelo ARIMA con diferentes características, se encuentra un modelo ARIMA con (0,1,0).

**Tabla 4**

*Modelo\_b ARIMA (0,1,0)*

Modelo	Parámetros Modelo_b ARIMA (0,1,0)				
	Estimación	SE	t	Sig.	
Producción de Energía Primaria	Constante	3425,813	879,185	3,897	0,000
	Diferencia	1			

$$Y_t = 3425,813 + \varepsilon_t$$

Del modelo\_b descrito se puede mencionar:

- El valor autorregresivo del modelo  $AR = 0$ , significa que el modelo no va a depender de los datos del pasado anterior  $Y_{t-1}$ .
- La componente de medias móviles  $MA = 0$ , indica que no se considera el error en el instante pasado  $\varepsilon_{t-1}$ .
- La significancia o el p valor para el constante cumple con:  $0,000 < 0,05$  por lo que este término tiene un peso preponderante en el modelo.

**Tabla 5**

*Estadísticos de ajuste del Modelo\_b ARIMA (0,1,0)*

Estadísticos de ajuste del Modelo_b ARIMA (0,1,0)		
RMSE	MAPE	BIC normalizado
5943,322	3,419	17,936

De la tabla 5 se evidencia que el error medio absoluto (MAPE) es igual a 3,419 % que es un valor menor que en el intervalo de confianza del 5%.

**Tabla 6**

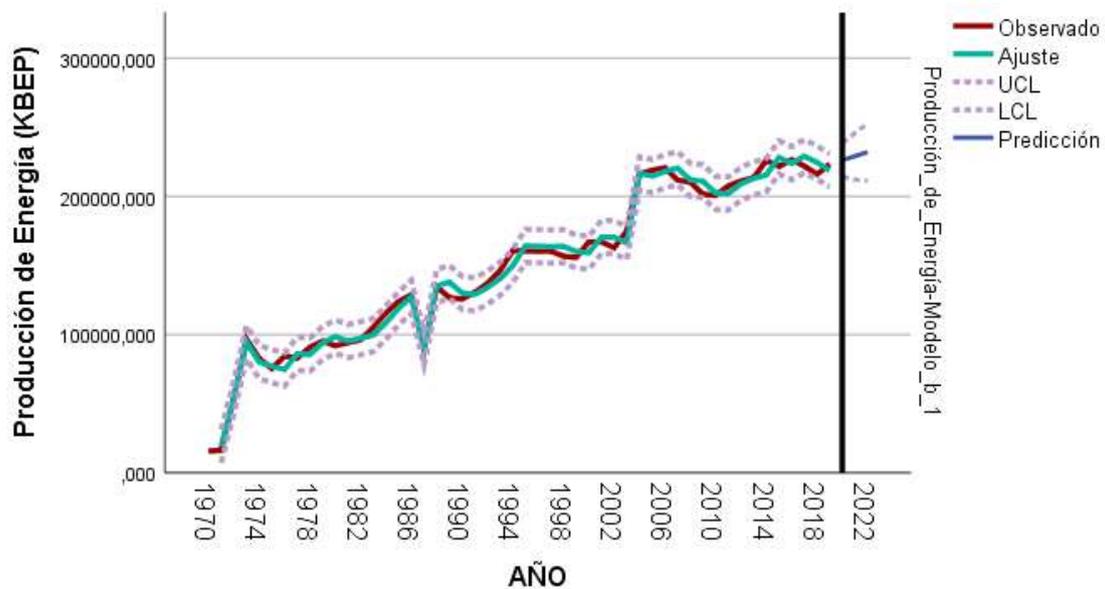
*Predicción Modelo b ARIMA (0,1,0)*

Modelo	Predicción Modelo_b ARIMA (0,1,0)			
		2020	2021	2022
Producción de Energía Primaria	Predicción	226178,361	229068,254	232027,704
	UCL	238172,471	246030,487	252802,111
	LCL	214184,252	212106,022	211253,297

Si se contempla la tabla 6, se puede decir que la estimación de producción de energía para el año 2022 es de un valor de 232027,704 (KBEP) en un intervalo máximo y mínimo de [252802,111; 211253,297] (KBEP).

**Figura 6**

*Modelo ARIMA (0,1,0)*



De la figura 6 se infiere que, la predicción de la producción de energía primaria es creciente con el ajuste mediante Modelo ARIMA (0,1,0), en la primera parte desde el año 1971 hasta 1974 se sobrepone la serie histórica observada y el ajuste, y posteriormente se encuentran cercanas entre las dos, esto indica que el ajuste es aceptable.

El siguiente modelo por obtener es en el cual interviene los promedios móviles (MA), los parámetros a considerar son:

$$Y_t = \mu - \omega_1 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

Donde:

$Y_t$  = Pronóstico para cualquier valor futuro.

$\mu$  = Constante del modelo

$\omega_1$  = Constante del modelo de medias móviles MA

$\varepsilon_{t-1}$  = Valor del error anterior para el periodo de tiempo.

$\varepsilon_t$  = Error en el instante t.

**Tabla 71**

*Modelo\_c ARIMA (0,1,1)*

Modelo		Parámetros Modelo_c ARIMA (0,1,1)			
		Estimación	SE	t	Sig.
Producción de Energía Primaria	Constante	3373,909	952,627	3,542	0,001
	Diferencia	1			
	MA	-0,070	0,151	-0,465	0,644
	Retardo 1				

$$Y_t = 3373,909 + 0,070 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$$

Del modelo\_c descrito se puede mencionar:

- El valor autorregresivo del modelo  $AR = 0$ , significa que el modelo no va a depender de los datos del pasado anterior  $Y_{t-1}$ .
- La componente de medias móviles  $MA = 1$ , indica que se debe considerar el error en el instante pasado  $\varepsilon_{t-1}$  ya que el modelo esta en función de esta variable
- El factor  $\omega_1$  es negativa y muy cercana a cero lo que implica que existe una tendencia creciente en el modelo.
- La significancia o el p valor para el constante cumple con:  $0,001 < 0,05$  por lo que este término tiene un peso preponderante en el modelo.

**Tabla 8**

*Estadísticos de ajuste del Modelo\_c ARIMA (0,1,1)*

Estadísticos de ajuste del Modelo_c ARIMA (0,1,1)		
RMSE	MAPE	BIC normalizado
5999,570	3,365	18,034

De la tabla 8 se evidencia que el error medio absoluto (MAPE) es igual a 3,365 % que es un valor menor que en el intervalo de confianza del 5%.

**Tabla 9**

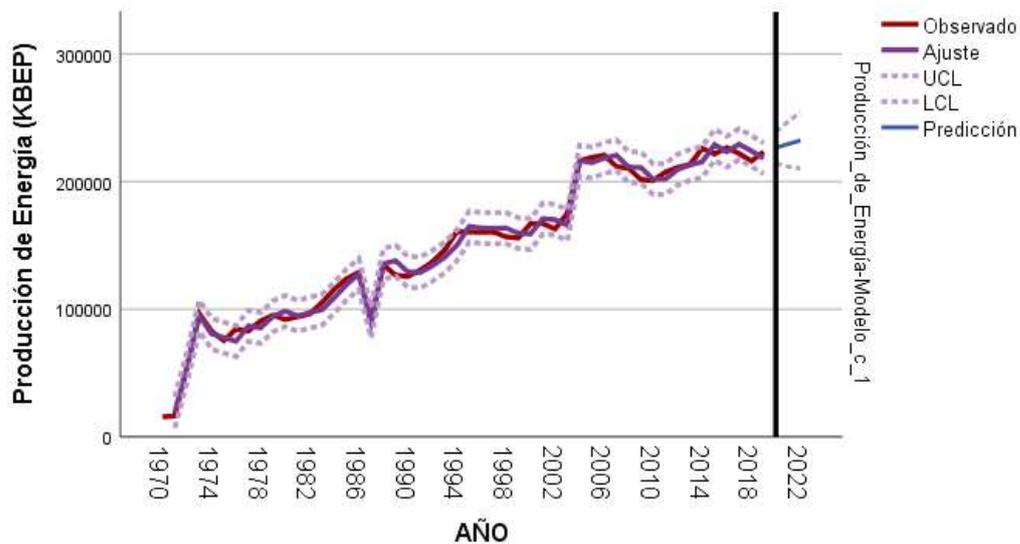
*Predicción Modelo\_c ARIMA (0,1,1)*

Modelo		Predicción Modelo_c ARIMA (0,1,1)		
		2020	2021	2022
Producción de Energía Primaria	Predicción	226499,069	229342,437	232253,897
	UCL	238615,286	247087,285	254230,170
	LCL	214382,853	211597,589	210277,625

Si se contempla la tabla 9, se puede decir que la estimación de producción de energía para el año 2022 es de un valor de 232253,897 (KBEP) en un intervalo máximo y mínimo de [254230,170; 210277,625] (KBEP).

**Figura 7**

*Modelo ARIMA (0,1,1)*



De la figura 7 se infiere que, la predicción de la producción de energía primaria es creciente con el ajuste mediante Modelo ARIMA (0,1,1), en la primera parte desde el año 1971 hasta 1974 se sobrepone la serie histórica observada y el ajuste, y posteriormente se encuentran cercanas entre las dos, esto indica que el ajuste es aceptable.

Ahora corresponde encontrar un modelo aplicando suavizamiento exponencial o modelo Holt, la ecuación que la riges es:

$$Y_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha) Y_{t-1}$$

**Tabla 10**

*Modelo\_h Suavizamiento Exponencial Holt*

Parámetros Modelo_h Suavizamiento Exponencial Holt					
Modelo		Estimación	SE	t	Sig.
Producción de Energía Primaria	Alfa (nivel)	0,970	0,143	6,780	0,000

$$Y_{t+1} = 0,97 Y_t + 0,03 Y_{t-1}$$

Del modelo\_h descrito se puede mencionar:

- El valor que influye con mayor ponderación en el modelo va a depender de los datos del pasado anterior  $Y_t$ , es decir del inmediato anterior con un valor de 0,97
- La significancia o el p valor para la constante Alpha de suavizamiento con:  $0,000 < 0,05$  por lo que este término tiene un peso preponderante en el modelo.
- Los valores atípicos, mediante este método no han sido identificados por el sistema en el software SPSS.

**Tabla 11**

*Estadísticos de ajuste del Modelo\_h Holt*

Estadísticos de ajuste del Modelo_h Holt		
RMSE	MAPE	BIC normalizado
14631,702	7,769	19,260

De la tabla 11 se evidencia que el error medio absoluto (MAPE) es igual a 7,769 % que es un valor mayor que en el intervalo de confianza del 5%.

**Tabla 12**

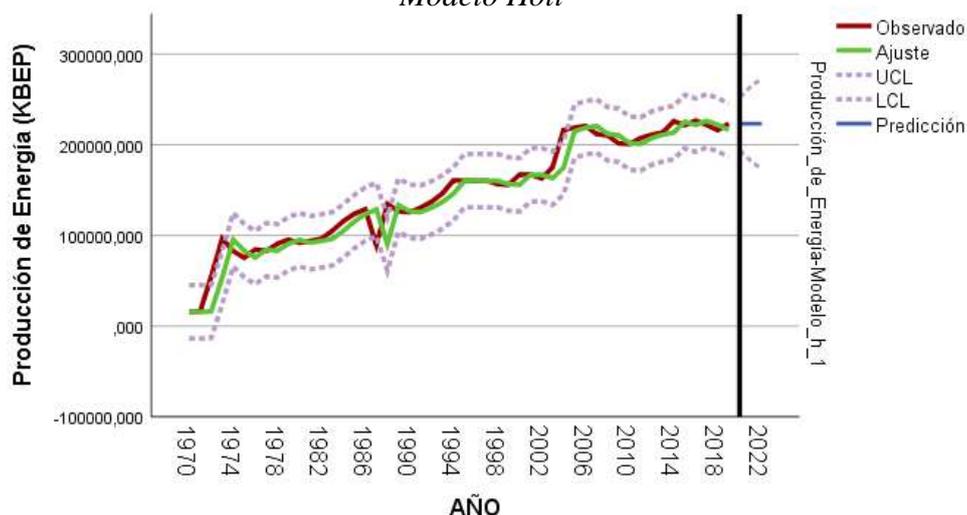
*Predicción Modelo\_h Holt*

Modelo		Predicción Modelo_h Holt		
		2020	2021	2022
Producción de	Predicción	223153,660	223153,660	223153,660
Energía	UCL	252557,167	264117,847	273069,219
Primaria	LCL	193750,153	182189,473	173238,102

Si se contempla la tabla 12, se puede decir que la estimación de producción de energía para el año 2022 es de un valor de 223153,660 (KBEP) en un intervalo máximo y mínimo de [273069,219; 173238,102] (KBEP).

**Figura 8**

*Modelo Holt*



De la figura 8 se infiere que, la predicción de la producción de energía primaria se mantiene constante no es creciente con el ajuste mediante Modelo Holt, en toda la serie no se sobrepone la serie histórica observada y el ajuste siempre se encuentran cercanas entre las dos, esto indica que el ajuste es aceptable.

**Tabla 13**
*Modelos Predictivos*

	RMSE	MAPE	BIC	Expresión
Modelo_a ARIMA (1,1,0)	5998,179	3,360	18,034	$Y_t = 3365,526 + 0,074 Y_{t-1} + \varepsilon_t$
Modelo_b ARIMA (0,1,0)	5943,322	3,419	17,936	$Y_t = 3425,813 + \varepsilon_t$
Modelo_c ARIMA (0,1,1)	5999,570	3,365	18,034	$Y_t = 3373,909 + 0,070 \varepsilon_{t-1} + \varepsilon_t$
Modelo_h Holt	14631,702	7,769	19,260	$Y_{t+1} = 0,97 Y_t + 0,03 Y_{t-1}$

A la luz de los resultados se puede afirmar que:

- El error cuadrado medio RMSE se encuentra en un mismo rango en la familia de los modelos ARIMA puesto que los valores atípicos, fueron detectados y remplazados automáticamente por el sistema, mientras que en el modelo Holt no fueron identificados datos atípicos. Además, se debe indicar que el RMSE es menor para el modelo\_b
- El error medio absoluto porcentual MAPE, que tiene una bondad de ajuste con menor error es el modelo\_a.
- El Criterio de información Bayesiana BIC normalizado es exactamente igual en el modelo\_a y modelo\_c, pero el menor valor lo obtiene el modelo\_b puesto que no depende de componentes autorregresivas y de promedios móviles.

**Conclusiones**

- Se puede concluir que Modelo\_a ARIMA (1,1,0), presenta el menor error medio absoluto porcentual (MAPE) igual 3.36 % que se encuentra dentro de los intervalos de confianza establecidos para los modelos predictivos en un 5%. Si se observan los datos del MAPE de la tabla 13, se verifica que no hay diferencias marcadas entre la familia de los modelos ARIMA, cada uno de los modelos predictivos construidos se encuentran en porcentajes inferiores a 3.419%.
- Se puede afirmar de acuerdo con los datos obtenidos que los modelos predictivos hallados son estrictamente autorregresivos es decir que son métodos iterativos explícitos, puesto que determinan el valor de  $Y_t$  en dependencia con el anterior

resultado  $Y_{t-1}$ , en el cual no intervienen los residuos de los errores, esto indica que no interviene la componente de medias móviles.

- El modelo que mejor se ajusta a las bondades de predicción de los analizados es Modelo\_a ARIMA (1,1,0) cuya expresión es:  $Y_t = 3365,526 + 0,074 Y_{t-1} + \varepsilon_t$ .
- Se puede estimar en base al modelo predictivo ARIMA (1,1,0), que la energía para el año 2022 en Ecuador podría ser de 236940,541 kilo barriles equivalentes de petróleo (KBEP), con una fluctuación superior e inferior en el intervalo de [275511,589 , 198369,493](KBEP)

### *Referencias bibliográficas*

- Alonso, A. M. (2019). Introducción al Análisis de Series Temporales.
- Balance Energético Nacional. (2019). Ministerio de recursos renovables y energía. <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/12/Balance-Energetico-Nacional-2019-1.pdf>
- Barrios, R., Castañeda, M., Pedraza, C., Vásquez, J. D. H., & Ibañez, I. (2016). Eliminación de outliers: una estrategia para reducir la incertidumbre tipo a en la calibración de balanzas. In *Simposio de metrología*.
- del Pino, Mateo. (2009). Previsión de ventas en una gran cadena de tiendas (Master's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Espino Timón, C. (2017). Análisis predictivo: técnicas y modelos utilizados y aplicaciones de este-herramientas Open Source que permiten su uso.
- García Corona, J. (2020). Una visión didáctica de modelos predictivos para una serie de demanda eléctrica en España.
- González Casimiro, M. P. (2009). Análisis de series temporales: Modelos ARIMA.
- Gujarati, D., & Porter, D. (2010). *Econometría*. 673-773, ISBN: 978-607-15-0294-0.
- Herrera Granda, D. E. (2019). Predicción de demanda eléctrica mediante la aplicación de modelos ARIMA y SARIMA en lenguaje de programación R—caso de estudio en la Empresa Eléctrica Quito (Bachelor's thesis, Quito, 2019.).
- Marqués, M. P. (2015). *Minería de datos: a través de ejemplos*. Alpha Editorial.
- Mauricio, J. A. (2007). Análisis de series temporales. Universidad Complutense de Madrid.

Millán Gordo, E. A. (2019). Pronóstico de la demanda de pasajeros aéreos en nueve aeropuertos regionales colombianos.

Peña, D. M. (2010). Análisis de series temporales. Editorial Alianza.

Pineda, S. E. P., Aguilar, J. A. H., & Arroyo-Figueroa, G. (2017). Aplicación de modelos auto regresivos para la predicción de generación de energía eléctrica a partir de datos eólicos. Res. Comput. Sci., 139, 59-70.

Sánchez Sánchez, D. A. (2018). Modelo ARIMA para el pronóstico de la producción de cacao en el Perú 2012-2018.



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## Efectividad en la hipoplasia transversal maxilar con aparatología convencional versus Hyrax híbrido: revisión de la literatura

*Effectiveness in transverse maxillary hypoplasia with conventional appliances versus Hyrax hybrid: Review of the literature.*

- <sup>1</sup> Miriam Micaela Zambrano Mosquera.  <https://orcid.org/0000-0001-6353-4016>  
Estudiante de la especialización en Ortodoncia de la Universidad Católica de Cuenca, Campus Universitario Azogues-Ecuador  
[miriam.zambrano@psg.ucacue.edu.ec](mailto:miriam.zambrano@psg.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Miriam Verónica Lima Illescas  <https://orcid.org/0000-0001-6844-3826>  
Doctora en Ciencias Estomatológicas, Especialista en Ortodoncia de la Universidad Católica de Cuenca, Azogues -Ecuador;  
[mimai@ucacue.edu.ec](mailto:mimai@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/04/2022

Revisado: 20/05/2022

Aceptado: 07/06/2022

Publicado: 15/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2224>

Cítese:

Zambrano Mosquera, M. M., & Lima Illescas, M. V. (2022). Efectividad en la hipoplasia transversal maxilar con aparatología convencional versus Hyrax híbrido: revisión de la literatura. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 79-99.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2224>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Atresia maxilar, Aparatos de ortodoncia funcional, Mini-implante, Estudio comparativo.

**Keywords:**

Maxillary atresia, Functional

**Resumen**

**Introducción.** La falta de desarrollo transversal en el maxilar puede llevar a problemas estéticos y funcionales en los pacientes tratados en edades temprana como en la dentición tardía y permanente temprana. **Objetivo.** Analizar la efectividad en la hipoplasia transversal maxilar con aparato convencional versus hyrax híbrido. **Metodología.** En el presente estudio se realizó una revisión bibliográfica que se basó en la recolección de 100 artículos científicos en cuatro bases de datos digitales: PubMed, Scielo, Medline, Dialnet. Se descartaron 59 y quedaron 41 cuya información fue utilizada. La estrategia de búsqueda abarcó el periodo de 2007 a 2022. **Resultados.** En la mayoría de los estudios nos indica que la expansión rápida del maxilar (ERM) anclado al hueso con los mini implantes, se asocia con una apertura más segura de la sutura media palatina, los efectos ortopédicos de una expansión convencional son menores por las fuerzas aplicadas a nivel dento alveolar, mas no a nivel esquelético y por ende se indicaría una expansión con dispositivos híbridos, deben ser colocados en las áreas para mediales de la sutura media palatina. El hyrax híbrido minimiza los efectos secundarios a nivel dental que ocasionan los hyrax convencionales tales como: la inclinación bucal excesiva de los dientes donde está anclado el aparato expansor, la posible recesión gingival, posible compromiso periodontal, pérdida de hueso marginal y el daño radicular. El conocimiento y la destreza son necesarios para decidir el diseño y el tipo de expansor que se usarían cuando el paciente es niño, adolescente o adulto joven. Según la cantidad de fuerza que se requiera para lograr la expansión ortopédica necesaria. **Conclusión.** En la expansión rápida del maxilar (ERM), con el Hyrax Híbrido se observó mejores resultados, con aumento de la cavidad nasal, ancho de los maxilares y un menor movimiento de los dientes superiores en pacientes aplicados luego del crecimiento puberal, mientras que con el Hyrax convencional en etapa prebural, tomado en cuenta la edad y la dentición en la que se encuentre cada paciente, con la ayuda de los diferentes métodos de diagnóstico, opciones favorables en la terapia ortodóntica utilizando en el momento oportuno.

**Abstract**

**Introduction.** The lack of transverse development in the maxilla can lead to aesthetic and functional problems in patients treated at

orthodontic  
appliances, Mini-  
implant,  
Comparative  
study.

an early age, such as in the late and early permanent dentition. **Goal.** To analyze the effectiveness in transverse maxillary hypoplasia with conventional appliance versus hybrid hyrax. **Methodology.** In the present study, a bibliographic review was conducted based on the collection of 100 scientific articles in four digital databases: PubMed, Scielo, Medline, Dialnet. 59 were discarded and 41 remained whose information was used. The search strategy covered the period from 2007 to 2022. **Results.** In most studies, it indicates that the rapid expansion of the maxilla (RME) anchored to the bone with mini-implants is associated with a safer opening of the mid-palatal suture, the orthopedic effects of a conventional expansion are lower due to the forces applied. at the dento-alveolar level, but not at the skeletal level and therefore an expansion with hybrid devices would be indicated, they should be placed in the paramedian areas of the median palatal suture. The hybrid hyrax minimizes secondary dental effects caused by conventional hyrax such as: excessive buccal inclination of the teeth where the expander is anchored, possible gingival recession, possible periodontal compromise, marginal bone loss and root damage. Knowledge and skill are necessary to decide on the design and type of expander that would be used when the patient is a child, adolescent, or young adult. Depending on the amount of force required to achieve the necessary orthopedic expansion. **Conclusion.** In rapid maxillary expansion (RME), better results were observed with the Hyrax Hybrid, with increased nasal cavity, maxillary width and less movement of the upper teeth in patients applied after pubertal growth, while with the Conventional Hyrax in preburial stage, taking into account the age and dentition in which each patient is, with the help of different diagnostic methods, favorable options in orthodontic therapy using at the right time.

## Introducción

La hipoplasia maxilar es una deficiencia tridimensional que se presenta en sentido sagital, vertical y transversal del hueso maxilar y depende del grado de severidad para la presencia de ciertas deficiencias que dan como resultado alteraciones estéticas y funcionales en la masticación, fonación, aparato nasofaríngeo entre otras; por lo tanto, la terapéutica de la

hipoplasia maxilar debe estar enfocada de forma multidireccional (Maspero et al., 2020; Rodríguez et al., 2020; Seif-Eldin et al., 2019).

Transversalmente el maxilar hipoplásico se presenta en adolescentes y adultos con un porcentaje superior al 8-10%, y puede manifestarse con una mordida cruzada posterior, es uno de los temas más discutidos en el campo de la ortodoncia y constituye la alteración más frecuente con una prevalencia del 13,3% en pacientes con dentición mixta. Su etiología suele ser por factores genéticos y ambientales, se puede presentar una discrepancia con respecto a la arcada antagonista y que se evidencia de diversas maneras en la cavidad bucal desde temprana edad (Díaz & Lilia, 2019; Krüsi et al., 2019; Pasqua et al., 2022).

Las alteraciones de hipoplasia transversal maxilar se puede presentar en pacientes con paladar hendido, mordida cruzada posterior uni o bilateral, cavidad nasal estrecha, trastornos temporomandibulares con la presencia de chasquidos y dolor muscular, además puede existir una discrepancia en la longitud del arco con la presencia de apiñamiento etc. (Krüsi et al., 2019).

El éxito de la corrección ortopédica de esta anomalía depende de la etapa de crecimiento en la que se intercepta, por lo tanto es preciso una intervención de manera temprana (Meneses & Botero., 2012).

Actualmente existen técnicas ortopédicas aplicables a pacientes que presentan hipoplasia trasversal maxilar, una de ellas es la expansión rápida del maxilar (ERM) considerada el procedimiento óptimo para el ensanchamiento esquelético del paladar mediante la disyunción de la sutura media palatina para el incremento de la dimensión transversal (Avilés-Galaz et al., 2020; Lee et al., 2021; Rangel et al., 2016).

La expansión rápida del maxilar mediante la apertura de la sutura palatina puede ser lograda con el uso de un dispositivo tipo hyrax convencional con anclaje dental, ampliamente utilizado desde 1860 hasta la actualidad como se visualiza en la figura 1 (An et al., 2021; Delgado et al., 2019).

**Figura 1**

*Visualización del hyrax híbrido y Hyrax Convencional, antes y después de la ERM.*



**Fuente:** Garib et al. ( 2021)

Recientemente, con el desarrollo del anclaje esquelético, se desarrolló el expansor Hyrax híbrido anclado a los dientes, además con mini implantes en el paladar para reforzar el anclaje del expansor al hueso maxilar, ya que se aplica fuerzas ortopédicas puras transmitidas directamente al hueso basal como se indica en la Figura 1 (MacGinnis et al., 2014; Morales-Fernández et al., 2013; Ngan et al., 2015).

El hyrax híbrido comparte la carga de expansión entre dos mini implantes y las dos piezas posteriores (con bandas metálicas) (Gordon et al., 2021; Moon et al., 2015; Pasqua et al., 2022; Walter et al., 2017).

La selección del sitio de colocación de los mini implantes es crítica y requiere de una evaluación cuidadosa tanto de los tejidos duros y blandos, recomienda tomar en cuenta la terapéutica y biomecánica apropiada con la accesibilidad y la comodidad del paciente que será sometido a una expansión rápida del maxilar con hyrax híbrido (Avilés-Galaz et al., 2020).

El hueso maxilar ha sido desde hace mucho tiempo un objetivo importante para los ortodoncistas en el tratamiento ortopédico por su predictibilidad y estabilidad en los resultados, por la morfología y las diferentes estructuras. Este es un hueso par y se encuentra situado en la porción ventrocranial del esqueleto de la cara, situado por debajo de la cavidad orbitaria, el mismo que está dividido en un cuerpo y cuatro prolongaciones, la apófisis ascendente y la apófisis cigomática, estas dos se dependen de la porción craneal o porción superior del hueso, y las otras dos, la apófisis palatina y la apófisis alveolar están implantadas en la porción inferior o caudal del mismo. Está formado

principalmente por tejido compacto y solo el borde alveolar, la apófisis palatina y la apófisis malar son tejidos esponjosos. El maxilar superior tiene un proceso de crecimiento que es de origen intramembranoso, en donde se da la presencia de mecanismo de crecimiento tales como la proliferación de tejido conectivo sutural, reabsorción, aposición, traslación y el crecimiento en "V". El proceso de crecimiento que se da de forma sagital como transversal incrementado el ancho y la altura de los procesos alveolares con movimiento hacia abajo y afuera dando lugar a los espacios para la erupción de los dientes (Meneses & Botero, 2012).

La ERM, la mayoría de las veces es el tratamiento de elección para corregir la hipoplasia transversal del maxilar. En 1860 Emerson C. Angell, conocido como el padre de la expansión rápida del maxilar, fue el primero que describió esta técnica al realizar la expansión rápida del maxilar a una niña que tenía mordida cruzada posterior con una erupción ectópica de un incisivo lateral, el solucionó este caso mediante la separación de la sutura media palatina en dos semanas, con la aparición de un diastema entre los incisivos, este caso tuvo en su época controversia y recibió muchas críticas de varios profesionales de la salud dental, llegando a decir que, "la separación de la sutura media palatina era imposible", luego en ese mismo año, el hace otra publicación del mismo caso detallando como realizó la separación, haciendo hincapié en la anchura intermolar demostrando la cantidad de ganancia transversal obtenida en un periodo de dos semanas antes y después de la expansión y vuelve a mencionar la aparición del diastema entre los incisivos y termina afirmando que la sutura media palatina fracturada se remineralizaría espontáneamente. Esta técnica ha sido utilizada desde entonces como el tratamiento de elección para la corrección de la mordida cruzada posterior y la discrepancia entre los arcos dentarios en pacientes en crecimiento, a pesar de haber sido cuestionada en sus inicios. Dentro de la técnica bioprogresiva, Ricketts, considera a la expansión rápida del maxilar como uno de los procedimientos ortopédicos y preortodóncicos necesarios en la mayoría de los pacientes con hipoplasia del maxilar (de la Iglesia et al., 2018; Delgado et al., 2019; Machado & Bastidas, 2012; Morales-Ferna et al., 2012; Wilmes et al., 2010).

El aparato de expansión rápida del maxilar tipo hyrax convencional más común, consta de un tornillo expansor fabricado de acero inoxidable, cuya apertura es bilateral y transversal en relación al paladar, sujeto a bandas apoyadas en los primeros premolares y primeros molares maxilares, obteniendo cuatro apoyos dos anteriores y dos posteriores (Fig.1) (Calvo et al., 2018; Fernandes et al., 2021; Machado & Bastidas, 2012).

El tornillo expansor debe estar colocado en una posición vertical y esto dependerá de del ancho del paladar y del tamaño del tornillo, se recomienda colocar lo más superior de la bóveda palatina para obtener una mayor ventaja en la mecánica al utilizar y para evitar posibles molestias al paciente, en cuanto a la longitud del tornillo en milímetros es variable según la casa comercial (Lopera & Botero, 2010). En el momento que se realiza

la expansión o la activación de los expansores, podemos observar mayor movimiento indeseable de los dientes, menor será la expansión a nivel óseo, esto se debe a la excesiva inclinación de los dientes hacia vestibular durante la ERM (Fernandes et al., 2021) .

Al realizar una vuelta completa del tornillo se obtiene un giro de 360 grados. Equivale 1mm de activación, un cuarto de vuelta corresponde a 90 grados o 0,25mm, produciendo de 1360 a 4535 gr de fuerza dando como resultado 9000gr de fuerza después de varias activaciones. Para poder calcular el número de activaciones y el total de tiempo, se calcula la magnitud de la expansión a realizar con la ayuda clínica, también con la ayuda de los modelos y transformarla en el número de cuartos de vuelta (Lopera & Botero, 2010).

Para los pacientes que se encuentran en dentición mixta temprana o dentición decidua, menores de 9 años, se realiza activaciones de 1/4 al día, en pacientes que se encuentran entre los 9 y 13 años se recomienda 1 vuelta completa luego del cementado y 2/4 de vuelta en la mañana y 2/4 de vuelta en la noche, y en pacientes mayores de 13 años 1 vuelta luego del cementado, 1/4 en la mañana y 1/4 en la tarde (Lopera & Botero, 2010). La activación del tornillo genera fuerzas pesadas de 2 a 5 kg por cada 1/4 de vuelta (Calvo et al., 2018).

Se recomienda sobre expandir de 2 a 3 mm con un periodo de retención de 3 a 6 meses porque se puede producir una recidiva por reacción de los tejidos periodontales y palatinos, incluyendo los músculos (Lopera & Botero, 2010). Luego de realizar la expansión se recomienda fijar con alambre o acrílico al tornillo para evitar que se desactive, dejándolo en boca hasta que se osifique la sutura media palatina (Machado & Bastidas, 2012).

Machado & Bastidas et al. (2012), en el estudio menciona varias formas de activar el hyrax convencional como el hyrax híbrido. Se puede realizar una apertura de 0,5mm al día, aunque existe variaciones individuales. También se puede activar con 1/4 de vuelta al tornillo cada 15 minutos durante la primera hora, luego se le indica al paciente realizar tres activaciones por día (3/4 de vuelta), otra forma de activar el tornillo puede ser de una a dos veces (2/4) por día hasta obtener la expansión deseada. En los pacientes jóvenes 2 vueltas diarias los primeros 4 a 5 días, luego 1 vuelta diaria en los que resta el tratamiento. En los pacientes adultos 2 vueltas diarias en los 2 primeros días, 1 vuelta diaria en los 5 a 7 días y 1 vuelta pasando un día por el resto del tratamiento considerando que cada vuelta que se da al tornillo, el aparato se abre 1/4 mm.

Pasqua et al. (2022), en el estudio menciona otro protocolo de activación llamado, alternancia de la expansión maxilar rápida (Alt-RAMEC), alternar expansión y constricción maxilar, que consistía en activar el tornillo dos 1/4 de vuelta al día durante una semana, luego el tornillo se desactivó dos veces al día durante una semana. Este protocolo de activación se realizó durante 5 semanas.

En la búsqueda de minimizar los efectos dentoalveolares con el expansor hyrax convencional, Walter et al. (2017) describió recientemente la implementación de mini implantes en la zona anterior del paladar colocados aproximadamente a 2mm bilateralmente de la sutura palatina, para proporcionar anclaje esquelético juntamente con el aparato convencional hyrax, lo cual constituyó una nueva técnica ERM, además son versátiles, mínimamente invasivos y de bajo costo. También es importante analizar antes de colocar los mini implantes la calidad y cantidad de hueso disponible y cantidad de mucosa queratinizada extensa en el paladar anterior para una mejor estabilidad de los mini implantes al momento de las activaciones (Fig. 2) (Miranda et al., 2021).

Los aparatos de expansión rápida del maxilar combinado con mini implantes ayudan a minimizar los efectos secundarios a nivel dental que ocasionan los hyrax convencionales tales como: la inclinación bucal del molar, la posible recesión gingival y el daño radicular (Nienkemper et al., 2015).

### Figura 2

*Hyrax con mini implantes, después de ERM.*



**Fuente:** Winsauer et al.( 2015)

### *Beneficios con la ERM*

En la expansión rápida del maxilar incrementamos la dimensión transversal del arco superior al separarlo en dos fragmentos maxilares, dando un efecto ortopédico, seguido del movimiento bucal de los dientes posteriores y de los procesos alveolares dando un efecto ortodóncico. La ERM no solo sirve para corregir la hipoplasia maxilar, sino también es una buena opción de tratamiento para ampliar el arco y de esta forma resolver problemas de apiñamiento dental (Machado & Bastidas, 2012; Pèrez-Flores et al., 2020).

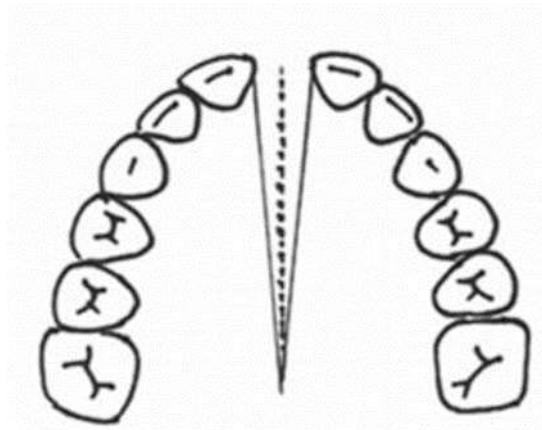
Con la expansión rápida del maxilar podemos obtener varios beneficios si son tratados de manera oportuna como son: expansión del arco maxilar que se refleja a nivel dental,

ensanchamiento en la cavidad nasal, desplazamiento del maxilar hacia abajo y hacia adelante con una ligera extrusión de los dientes que soportan el hyrax dando lugar a una rotación de la mandíbula hacia atrás y hacia abajo, produciéndose cambios cefalométricos como la inclinación del plano mandibular, en la altura facial anteroinferior y en la convexidad facial, apertura de la mordida en la región anterior y un pequeño aumento del ancho mandibular (Morales-Fernández et al., 2013).

Al realizar la ERM, en el plano horizontal, la sutura medio palatina se separa de forma asimétrica en forma de "V", como indica la figura 3, esto se debe a las fuerzas laterales que se aplica durante la expansión , apoyadas en las estructuras dentarias postero superiores, el hueso cigomático y el esfenoides de la base craneal son los que generan resistencia durante la expansión, por lo tanto la separación se realiza de forma triangular con el vértice hacia la cavidad nasal y la base en el mismo nivel que el proceso palatino, en donde la expansión se ve reflejada más en el sector anterior del paladar, en la región posterior, hay una mayor resistencia a la separación de la sutura debido a la articulación del maxilar con los huesos craneales circundantes (Machado & Bastidas, 2012; Pérez-Flores et al., 2020).

**Figura 3**

*Separación de la sutura media palatina en forma de "V"*



**Fuente:** Machado & Bastidas (2012)

Garib et al. (2021) en el estudio de 18 pacientes entre hombres y mujeres con edad media de 10,8 años fueron tratados con hyrax híbrido y 14 pacientes con una edad media de 11,4 años fueron tratados con hyrax convencional durante 11 meses, el protocolo de activación fue de un cuarto de vuelta dos veces al día durante 14 días, se observó un aumento en el ancho de la cavidad nasal, del arco maxilar, de la cresta alveolar en los

pacientes que fueron sometidos a tratamiento con el hyrax híbrido, todos los pacientes de ambos grupos demostraron una división de la sutura del paladar medio durante la RME. Nienkemper et al. (2015) menciona que, en la ERM con el hyrax híbrido antes de una protracción con la máscara facial, mostro un movimiento hacia adelante del punto A de 1,0 mm y hacia abajo de 0,5 mm con la expansión. Con Morales-Fernández et al. (2013). En el estudio menciona que en la ERM con hyrax convencional hubo un movimiento del punto A de 0,81 mm.

#### *Indicaciones y contraindicaciones ERM*

La ERM está indicado en pacientes que presentan una mordida cruzada uni o bilateral, en deficiencia del diámetro transversal del arco superior en niños y jóvenes de 15-16 años, discrepancia de más de 5mm. También en pacientes que presentan hendiduras labio palatinas y en predicción de crecimiento deficiente del maxilar, en pacientes con apiñamiento, inclinación palatina de los dientes maxilares posteriores, distancia intermolar menor a 31mm, curva de Wilson acentuada, cúspides linguales de los dientes posterosuperiores inclinados por debajo del plano oclusal y por último en pacientes que presentan corredores bucales (Manuela et al., 2014).

En un estudio realizado por Solano et al. (2016), habla sobre la efectividad de los procedimientos no quirúrgicos en la expansión maxilar, afirma que la ERM realizada con aparato tipo hyrax y otros sin anclaje esquelético son capaces de corregir malas oclusiones transversales en pacientes menores a 18 años y menciona que luego de esta edad, la sutura palatina media se osifica por completo y por lo tanto se requerirá de procediendo quirúrgico para su apertura.

La ERM está contraindicado en pacientes que no colaboran con el tratamiento, en casos de mordidas abiertas, pacientes con crecimiento hiperdivergente (Calvo et al., 2018), cuando se presente un simple diente cruzado, una asimetría maxilar o mandibular o en adultos con graves interferencias esqueléticas, ya sean anteroposteriores, transversales o verticales (Manuela et al., 2014).

#### *Riesgos de la ERM*

En cuanto a los riesgos, con el uso de los dispositivos hyrax convencional y hyrax híbrido la literatura menciona que existen ciertos riesgos, como son la pérdida de estabilidad de los aparatos y su consiguiente deglución; así también accidentes con el dispositivo de activación de los mismos, la presencia de laceraciones en la mucosa, inflamación gingival por higiene deficiente; alteraciones radiculares e inclinaciones excesivas sobre todo en la piezas dentarias donde está anclado el aparato expansor, cierto compromiso periodontal, pérdida de hueso marginal, alteración en la posición condilar, provocada por un contacto prematuro por la reubicación molar lo que también aumenta la dimensión vertical (Lopera

& Botero, 2010; Pèrez-Flores et al., 2020). Así mismo, se menciona que los pacientes que se someten a ERM podrían presentar síntomas como picazón alrededor de la pirámide nasal, hormigueo, dolor entre el entrecejo y diplopía (visión doble), (Pérez et al., 2020).

Sin embargo, Pérez et al. (2020), en una investigación con respecto a los riesgos asociados con el uso del expansor rápido del maxilar menciona que la edad ideal para la utilización de un expansor tipo hyrax debe ser realizado previo a la consolidación de la sutura media palatina y da como tiempo de referencia antes de los 12 años para conseguir un efecto terapéutico óptimo.

El desarrollo y crecimiento de cada persona es diferente, cada individuo tiene su propio ritmo, en algunos puede tener un proceso rápido y en otros puede ser un proceso lento, de allí la importancia en el diagnóstico preciso para saber la etapa de que se encuentra el paciente y realizar una correcta planificación en las etapas de infancia, adolescencia y juventud. Para la ERM se recomienda realizar la valoración de la etapa de maduración esquelética para posibles tratamientos antes o después del pico de crecimiento puberal (Alban et al., 2020; Quezada et al., 2021). La maduración esquelética se puede valorar mediante varios indicadores biológicos con los que nos podemos basar para empezar un tratamiento adecuado: incremento en la estatura, maduración de la mano y de la muñeca, desarrollo de los diente y erupción, en las mujeres aparición de su primera menstruación y en los hombres cambios en los pechos y en la voz, maduración vertebral (Hurtado et al., 2022; Rodríguez et al., 2020). La maduración de la sutura media palatina mediante tomografías computarizada, es un medio de diagnóstico preciso y de forma individualizada realizada en cada paciente, sirve como auxiliar en toma de decisiones terapéuticas (Villarroel et al., 2021).

En Ortodoncia, los indicadores más utilizados para la valoración de la maduración esqueléticas son: los huesos de la mano en crecimiento, mediante una radiografía de la mano izquierda (carpal), en donde se relaciona la edad del máximo crecimiento de la estatura y la calcificación del hueso sesamoideo, el cual nunca se osifica después del pico de máximo crecimiento puberal, sino aproximadamente un año antes y las vértebras cervicales, que podemos observar en las radiografías laterales de cráneo, la evaluación de la maduración ósea las podemos realizar mediante el análisis visual de dos características principales, la presencia de concavidad a nivel del borde inferior de los cuerpo de las vértebras cervicales C2, C3 y C4, y la forma de los cuerpos de la vértebras cervicales de C3 y C4 que pueden presentarse de forma trapezoidal, rectangular horizontal, cuadrada y rectangular vertical. La maduración ósea de las vértebras cervicales se puede valorar mediante los diferentes estadios de maduración, CS1, todos los bordes inferiores de las vértebras son planos, C3 y C4 presentan una forma trapezoidal, el pico de crecimiento mandibular ocurre 2 años después de este estadio. CS2, el borde inferior de C2 presenta una concavidad, C3 y C4 continúan siendo de forma trapezoidal, el pico de crecimiento

mandibular inicia 1 año después de este estadio. CS3, los bordes inferiores de la C2 y C3 presentan concavidad y los cuerpos de C3, C4 pueden presentarse de forma trapezoidal o de forma rectangular horizontal, el pico de crecimiento mandibular inicia en esta etapa. CS4, aquí todos los bordes de las vértebras presentan unas concavidades, C3 y C4 muestran una forma rectangular horizontal, el pico de crecimiento mandibular finaliza en esta etapa o ha finalizado un año antes de este estadio. CS5, en todos los bordes inferiores de las vértebras se observa concavidad, al menos uno de los cuerpos de C3 o C4 presentan una forma cuadrada, el pico de crecimiento mandibular ha finalizado 1 año antes de este estadio. CS6, los cuerpos de todas las vértebras muestran concavidad evidente, uno de los cuerpos de C3 y C4 muestran una forma rectangular vertical, el pico de crecimiento mandibular ha finalizado 2 años antes de este estadio (Bedoya et al., 2016; Quintana & Bravo, 2008).

Para seguir la evolución del tratamiento, tenemos varias opciones como son las radiografías oclusales y la tomografía computarizada que nos ayudan a confirmar que la sutura se está abriendo y podemos comprobar clínicamente mediante con la aparición de diastema entre los incisivos centrales, el mismo que puede llegar a desaparecer en aproximadamente 15 a 20 días (Machado & Bastidas, 2012).

Por lo expuesto, el objetivo de esta revisión es analizar la efectividad en la hipoplasia transversal maxilar con aparatología convencional versus hyrax híbrido, al realizar la ERM.

### Metodología

Se realizó una revisión bibliográfica en cuatro bases de datos digitales: PubMed, Scielo, Medline, Dialnet. La estrategia de búsqueda fue con el uso de los descriptores obtenidos en el MeSH y DeSC tales como: *Functional Orthodontic Appliances, Mini-scream, Comparative Study, Maxillary Atresia*, para el idioma inglés mientras que para el español se utilizó: Aparatología de Ortodoncia Funcional, mini implantes, Estudios Comparativo, Atresia Maxilar, en la búsqueda se utilizó el operador booleano “AND”.

Los artículos seleccionados para este estudio cumplieron con los siguientes criterios de inclusión: revisiones sistemáticas y metaanálisis, ensayos clínicos controlados aleatorizados, estudios de casos y controles, descriptivos, reportes de casos clínicos y revisiones de la literatura de los últimos 15 años; mientras que se excluyeron los estudios in vitro o en animales, opinión de expertos, capítulo de libros y tratamientos en pacientes sindrómicos. Luego de la búsqueda se obtuvo 100 artículos científicos, durante el proceso de selección se descartaron 59 por no cumplir con los criterios de selección, quedando 41 para el análisis de la información, como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Resultados del proceso de selección de artículos*

Pasos del proceso	Base de datos científica				Total
	PubMed	Scielo	Medline	Dialnet	
Resultados iniciales	70	9	11	10	100
Artículos repetidos	3	3	3	4	13
Artículos eliminados	40	1	2	3	46
Artículos incluidos	20	9	7	5	41

**Resultados**

Nienkemper et al. (2015), estudió la efectividad de la ERM con aparato híbrido tipo hyrax, concuerda con Solano et al. (2016) y Pérez et al. (2020), mencionan que este método es eficiente en las primeras fases de desarrollo específicamente cuando el paciente se encuentra en la dentición mixta temprana (Morales-Fernández et al., 2013).

Díaz & Lilia (2019), en una revisión de la literatura sobre ERM, asistida por mini implantes afirmó que los resultados con expansión rápida convencional son significativamente mayores cuando los pacientes son tratados en etapas tempranas, antes del pico de crecimiento o etapa prepuberal, mientras que al llegar la etapa puberal o pospuberal los efectos ortopédicos de una expansión convencional son menores y por ende se indicaría una expansión con dispositivos híbrido (Díaz & Lilia, 2019; Lin et al., 2015).

El estudio de Bacchi y Mueller, sobre el uso de la expansión rápida palatina asistida por mini implantes valorando la osificación de la sutura media palatina recomienda el uso de un dispositivo de disyunción soportado por mini implantes al final de la etapa de crecimiento puberal, así como también en paciente adultos que tengan hipoplasia transversal maxilar, lo cual evitaría que sean sometidos a una intervención quirúrgica y ayudaría a obtener un mejor anclaje esquelético del expansor (Ataíse, 2020).

Villarroel et al. (2021), en su estudio sobre expansión ortopédica del maxilar indica que los mini implantes deben ser colocados en las áreas para mediales de la sutura media palatina para obtener resultados satisfactorios durante la expansión.

En una investigación expansores hyrax híbrido y convencionales en pacientes de 10 a 11 de edad, 18 con hyrax híbrido y 14 con hyrax convencional mediante tomografía después de 11 meses. El grupo tratado con híbrido mostró diferencias significativas que el convencional con aumento en el ancho de la cavidad nasal con una diferencia de

(1,15mm), el ancho maxilar (0,83mm) y el ancho de la cresta alveolar bucal (1,19mm), a nivel dental no hubo cambios significativos entre los grupos (Garib et al., 2021).

Similares resultados fueron encontrados por An et al. (2021), en pacientes en edades de 18 años, 21 con hyrax convencional y 21 con hyrax híbrido, a los dos grupos se realizó el mismo protocolo de activación, comparó el hyrax híbrido y hyrax convencional determinando que el ancho de la corona inter molar era el mismo en los dos tipos de expansores (5,5 mm), sin embargo, al comparar el ancho nasal, el ancho maxilar y el ancho a nivel de la raíz de los molares fue mayor en el hyrax híbrido. Similares resultados se observaron en el estudio realizado por Garib et al. (2021), observó que los anchos maxilares luego de una expansión con un hyrax híbrido era mayor al que se obtuvo con el hyrax convencional, pero a nivel dental se expresaban de manera similar (Miranda et al., 2021).

Con respecto a los beneficios del sistema respiratorio se determinó un efecto a largo plazo de la ERM asistida por mini tornillo en las vías respiratorias, tanto los expansores híbridos como los convencionales causaron un aumento estadísticamente significativo de la vías respiratorias inmediatamente después de la expansión, sin embargo la valoración a largo plazo demostró que el hyrax híbrido produjo un aumento en el volumen nasofaríngeo y el ancho de paladar mayor en comparación con el hyrax convencional, pero se obtuvo la misma anchura maxilar con el uso de los dos dispositivos expansores (Mehta et al., 2021). Resultados similares se evidenciaron en un estudio de Cheung et al. (2021), que evaluó la vía aérea superior luego del uso de dispositivos expansores convencionales e híbridos y concuerda con Mehta, donde afirmó que la expansión realizada en paciente antes del pico de crecimiento existe un aumento mayor de la vía respiratoria con un hyrax híbrido que con un hyrax convencional (Cheung et al., 2021).

En concordancia en lo expuesto anteriormente, en una revisión sobre el síndrome de apnea e hipo apnea obstructiva del sueño en niños con anomalías intermaxilares sagitales o transversales, se observó que existe una disminución del índice de estas alteraciones, así como de signos y síntomas luego de una ERM debido a que ayuda a mejorar la permeabilidad de la vía aéreas superiores, disminuye su colapso y mejora su tono muscular. Similares resultados fueron encontrados por Avilés-Galaz et al. (2020), al analizar el flujo aéreo nasal concluyeron que este aumentaba después de una ERM.

A diferencia de los expansores convencionales, el hyrax híbrido sería una opción menos invasiva para lograr expansión transversal maxilar según lo indica MacGinnis et al. (2014), porque los efectos del ERM asistida por mini implantes en el complejo naso maxilar distribuye la fuerza no solo a nivel dental sino a nivel óseo, lo cual sería un beneficio una vez que los pacientes han superado la adolescencia en donde la expansión convencional ya no es factible, sin embargo para que este propósito se cumpla se debe constatar que la separación de la sutura media palatina sea posible, por lo tanto el uso de

los mini implantes en la expansión maxilar es posible en pacientes adultos (Moon et al., 2015). Similar reporte menciona Nienkemper et al. (2015), en que el hyrax híbrido hace posible la ERM en pacientes adultos lo cual es un beneficio ya que evitaría técnicas quirúrgicas más invasivas como la separación quirúrgica de la sutura.

Por último, de la Iglesia et al (2018). Enfatiza sobre el conocimiento y destreza necesaria para decidir el diseño y el tipo de expansor híbrido que se usaría cuando el paciente es niño, adolescente o adulto joven, además de la cantidad de fuerza que se requiere para lograr la expansión ortopédica óptima. Además de realizar un correcto diagnóstico mediante la evaluación de los pacientes que son candidatos para la ERM, teniendo en cuenta como factor principal la hipoplasia del maxilar, edad y colaboración del paciente.

### Conclusiones

- En pacientes con hipoplasia transversal del maxilar tratados con el hyrax híbrido, se observó mejores resultados en la expansión esquelética del maxilar, con aumento de la cavidad nasal, ancho de los maxilares y un menor movimiento de los dientes superiores en pacientes aplicados luego del crecimiento puberal. El hyrax convencional, se usará tomando en cuenta la edad y la dentición en la que se encuentre cada paciente se recomienda aplicar en la etapa prepuberal, para tener menores efectos dentales. La disyunción maxilar rápida asistida por mini implantes, como es hyrax híbrido disminuye la pérdida de hueso alveolar bucal y la resistencia de la vía aérea nasal en comparación a la disyunción maxilar rápida con hyrax convencional. Es importante tener la destreza para realizar un correcto diagnóstico mediante los diferentes estudios radiográficos y tomografías computarizada y de esta forma proceder a realizar un tratamiento exitoso a nuestros pacientes en la consulta diaria.

### Referencias bibliográficas

- Alban, A., Jes, M., & Paca, G. (2020). *Alimentación saludable e higiene de alimentos en los niños de 6 a 24 meses de edad*. 4, 332-347. <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1403/3472>
- An, J. S., Seo, B. Y., & Ahn, S. J. (2021). Comparison of dentoskeletal and soft tissue changes between tooth-borne and tooth-bone-borne hybrid nonsurgical rapid maxillary expansions in adults: a retrospective observational study. *BMC Oral Health*, 21(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12903-021-02008-x>
- Ataíse Ceron Bacchi, T. A. M. (2020). *Investigaciones Orales Uso de la expansión rápida palatal asistida por mini implantes (MARPE) en tratamientos ortopédicos maxilares – revisión de literatura y relato de caso El uso de la expansión palatina rápida*

asistida por. 9, 52-66. <https://seer.imed.edu.br/index.php/JOI/article/view/3450/>

Avilés-Galaz, J. L., Lincovil-Nanco, P. O., & Vásquez-Huerta, A. (2020). Efectos de la Expansión Rápida del Maxilar sobre el Flujo Aéreo Nasal en Pacientes entre 6 y 14 Años, con Compresión Maxilar, Medido a Través de un Flujómetro Nasal Portátil. *International journal of odontostomatology*, 14(3), 380-386. <https://doi.org/10.4067/s0718-381x2020000300380>

Bedoya Rodríguez, A., Cesar, J., Patiño, O., Andrés, J., & Cardona, T. (2016). Edad cronológica y maduración ósea cervical en niños y adolescentes Chronological age and cervical vertebral maturation among children and adolescents. *Revista Cubana de Estomatología*, 51(1), 43-53. <http://scielo.sld.cuhttp://scielo.sld.cu>

Calvo Pérez, D., Martínez Brito, I., García del Busto China, M., Hernández González, Y. O., & Saborit Carvajal, T. (2018). Disyunción Maxilar. *Rev. medica electron*, 40(1), 192-199. <http://scielo.sld.cu/pdf/rme/v40n1/rme190118>.

Cheung, G. C., Dalci, O., Mustac, S., Papageorgiou, S. N., Hammond, S., Ali Darendeliler, M., & Papadopoulou, A. K. (2021). The upper airway volume effects produced by hyrax, hybrid-hyrax, and Keles keyless expanders: a single-centre randomized controlled trial. *European Journal of Orthodontics*, 43(3), 254-264. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa031>

de la Iglesia, G., Walter, A., de la Iglesia, F., Winsauer, H., & Puigdollers, A. (2018). Stability of the anterior arm of three different hyrax hybrid expanders: An in vitro study. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 23(1), 37-45. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.1.037-045.oar>

Delgado, C., Rosenberg, F., Keith, F., & Scheu, J. (2019). Expansión rápida del maxilar superior y su impacto a nivel de la vía aérea superior: revisión bibliográfica. *Odontología Sanmarquina*, 22(4), 277-281. <https://doi.org/10.15381/os.v22i4.17049>

Díaz Valverde, G., & Lilia Dobles Jiménez, A. (2019). Revisión de literatura Expansión rápida palatina asistida por microimplantes (MARPE): revisión de literatura. *Revista iDental, ULACIT-Costa Rica*, 11(2), 1-19. <http://www.idental.periodikos.com.br/article/5f905f830e882501391ddb38/pdf/ident-tal-11-2-2>

Fernandes, L. C., Farinazzo Vitral, R. W., Noritomi, P. Y., Maximiano, G. S., & José da Silva Campos, M. (2021). Influence of the hyrax expander screw position on displacement and stress distribution in teeth: A study with finite elements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 160(2), 266-275.

<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2020.04.031>

Garib, D., Miranda, F., Palomo, J. M., Pugliese, F., Bastos, J. C. D. C., Santos, A. M. Dos, & Janson, G. (2021). Orthopedic outcomes of hybrid and conventional Hyrax expanders: Secondary data analysis from a randomized clinical trial. *Angle Orthodontist*, 91(2), 178-186. <https://doi.org/10.2319/060820-527.1>

Gordon, C., Spyridon, N., Ali, M., & Alexandra, K. (2021). *Depósito y archivo abierto de Los efectos de volumen de las vías respiratorias superiores producidos por Hyrax, Hybrid-Hyrax y Expansores sin llave Keles: un ensayo controlado aleatorizado de un solo centro DOI: https://doi.org/10.1093/ejo/cjaa031 Vers. https://www.zora.uzh.ch/id/eprint/194371/1/p03\_ok.*

Hurtado Puga, H. E., Cumbe Coraizaca, D., Mantilla García, J. P., & Benalcázar Chicaiza, D. (2022). Alimentación, nutrición y hábitos sanos en el crecimiento de los niños de 3 a 4 años. *ConcienciaDigital*, 5(1.1), 123-140. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.1.1990>

Krüsi, M., Eliades, T., & Papageorgiou, S. N. (2019). Are there benefits from using bone-borne maxillary expansion instead of tooth-borne maxillary expansion? A systematic review with meta-analysis. *Progress in Orthodontics*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0261-5>

Lee, W. C., Shieh, Y. S., Liao, Y. F., Lee, C. H., & Huang, C. S. (2021). Long-term maxillary anteroposterior changes following maxillary protraction with or without expansion: A meta-analysis and meta-regression. *PLoS ONE*, 16(2 February), 1-18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247027>

Lin, L., Ahn, H. W., Kim, S. J., Moon, S. C., Kim, S. H., & Nelson, G. (2015). Tooth-borne vs bone-borne rapid maxillary expanders in late adolescence. *Angle Orthodontist*, 85(2), 253-262. <https://doi.org/10.2319/030514-156.1>

Lopera, A. M., & Botero, P. M. (2010). Tratamiento para la corrección de mordidas cruzadas posteriores bilaterales. *Rev.CES Odont*, 23(1), 49-58.

MacGinnis, M., Chu, H., Youssef, G., Wu, K. W., Machado, A. W. ilso., & Moon, W. (2014). The effects of micro-implant assisted rapid palatal expansion (MARPE) on the nasomaxillary complex--a finite element method (FEM) analysis. *Progress in orthodontics*, 15, 52. <https://doi.org/10.1186/s40510-014-0052-y>

Machado, R., & Bastidas, M. (2012). Disyunción Maxilar con la utilización del Expansor tipo Hyrax en pacientes con Labio y Paladar Hendidos. Revisión de la Literatura. En *Rev. Latino. Orto. y ...* (pp. 1-15). <https://ortodoncia.ws/publicaciones/2012/pdf/art28.pdf>

- Manuela, D., Reyes, R., Bibiana, D. R., Mirabent, C., Maira, D., Ramos, R. M., Paula, D., & Barceló, M. (2014). CASO CLÍNICO Expansión rápida del maxilar con el tornillo Hyrax en un adolescente Quick expansion of the maxilla with the screw Hyrax in an adolescent. *Medisan*, 19(3), 417. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=57413>
- Maspero, C., Cavagnetto, D., Fama, A., Giannini, L., Galbiati, G., & Farronato, M. (2020). Hyrax versus transverse sagittal maxillary expander: An assessment of arch changes on dental casts. A retrospective study. *Saudi Dental Journal*, 32(2), 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2019.06.003>
- Mehta, S., Wang, D., Kuo, C. L., Mu, J., Vich, M. L., Allareddy, V., Tadinada, A., & Yadav, S. (2021). Long-term effects of mini-screw-assisted rapid palatal expansion on airway: A three-dimensional cone-beam computed tomography study. *Angle Orthodontist*, 91(2), 195-205. <https://doi.org/10.2319/062520-586.1>
- Meneses, D., & Botero, P. (2012). Alternativas para el tratamiento de hipoplasias maxilares. *CES Odontología*, 25(1), 64-81. <https://doi.org/10.21615/2227>
- Miranda, F., Cunha Bastos, J. C. da, Magno dos Santos, A., Janson, G., Pereira Lauris, J. R., & Garib, D. (2021). Dentoskeletal comparison of miniscrew-anchored maxillary protraction with hybrid and conventional hyrax expanders: A randomized clinical trial. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 160(6), 774-783. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.02.017>
- Moon, W., Wu, K. W., MacGinnis, M., Sung, J., Chu, H., Youssef, G., & Machado, A. (2015). The efficacy of maxillary protraction protocols with the micro-implant-assisted rapid palatal expander (MARPE) and the novel N2 mini-implant—a finite element study. *Progress in Orthodontics*, 16(1), 16. <https://doi.org/10.1186/s40510-015-0083-z>
- Morales-Ferna, M., Iglesias-Linares, A., Yan, R. M., Mendoza-Mendoza, A., & Solano-Reina, E. (2012). Academic Orthodontic Opportunities. *The Angle Orthodontist*, 82(6), 1133-1135. <https://doi.org/10.2319/051312-392.1>
- Morales-Fernández, M., B, A. I. L., Yáñez-vico, R. M., C, A. M., & D, E. S. R. (2013). *Ortopedia dentofacial con anclaje óseo y dentoalveolar para Clase III Maloclusión: ¿Nuevos enfoques, objetivos similares?* 83(3), 540-552. MC8763068/pdf/i0003-3219-83-3-540.
- Ngan, P., Wilmes, B., Drescher, D., Martin, C., Weaver, B., & Gunel, E. (2015). Comparison of two maxillary protraction protocols: tooth-borne versus bone-anchored protraction facemask treatment. *Progress in Orthodontics*, 16(1), (aproxí

11p.). <https://doi.org/10.1186/s40510-015-0096-7>

- Nienkemper, M., Wilmes, B., Franchi, L., & Drescher, D. (2015). Effectiveness of maxillary protraction using a hybrid hyrax-facemask combination: A controlled clinical study. *Angle Orthodontist*, 85(5), 764-770. <https://doi.org/10.2319/071614-497.1>
- Pasqua, B. de P. M., André, C. B., Paiva, J. B., Tarraf, N. E., Wilmes, B., & Rino-Neto, J. (2022). Dentoskeletal changes because of rapid maxillary expansion in growing patients with tooth-borne and tooth-bone-borne expanders: A randomized clinical trial. *Orthodontics and Craniofacial Research*, December 2021, 9. <https://doi.org/10.1111/ocr.12559>
- Pérez-Flores, A., Gallegos-Delgado, F., Hernández-Carrera, M. J., Torres-González, P., Cuevas-Drago, P., & Fierro-Monti, C. (2020). Riesgos asociados al uso de Expansión Rápida del Maxilar. *Avances en Odontoestomatología*, 36(1), 21-26. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852020000100003>
- Quezada Ortega, J. R., Banegas Campoverde, C. M., & Castillo Ortega, Y. (2021). Evaluación del impacto de la vinculación con la sociedad en el caso de la carrera de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 4(1.1), 124-142. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.1.1550>
- Quintana, R., & Bravo, H. (2008). de la maduración esquelética según el método de evaluación cervicovertebral y su relación con la oportunidad de tratamiento con clase II dentoalveolar. *Int. J. Odontostomat*, 2(1), 27-31. [http://www.ijodontostomat.com/pdf.2\(1\)/Determ\\_Madurac.pdf](http://www.ijodontostomat.com/pdf.2(1)/Determ_Madurac.pdf)
- Rangel Solano, A., Núñez Vivas, E. D. N., Calderón Padrón, M. C., Dugarte Albarrán, M. C., & Trejo Sosa, M. (2016). Efectividad de los procedimientos no quirúrgicos en la expansión maxilar: una revisión sistemática. *Revista venezolana de Ciencia y Tecnología*, 4(2), 273-297. <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/rvio/article/viewFile/7709/7633>
- Rodríguez González, L., Delgado Carrera, L., & Rodríguez, M. (2020). Tratamiento de la hipoplasia anteroposterior maxilar. *Medicentro Electrónica*, 24(1), 207-216. <https://www.medigraphic.com/pdfs/medicentro/cmc-2020/cmc201q>
- Seif-Eldin, N. F., Elkordy, S. A., Fayed, M. S., Elbeialy, A. R., & Eid, F. H. (2019). Transverse skeletal effects of rapid maxillary expansion in pre and post pubertal subjects: A systematic review. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 7(3), 467-477. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2019.080>
- Villarroel, T., Alvarado, M. J., Concha, G., Vicuña, D., & Oyonarte, R. (2021).

Maduración de la Sutura Palatina Media En Adolescentes y Adultos Jóvenes Chilenos: Estudio Transversal. *International journal of interdisciplinary dentistry*, 14(2), 140-143. <https://doi.org/10.4067/s2452-55882021000200140>

Walter, A., Wendl, B., Ploder, O., Mojal, S., & Puigdollers, A. (2017). Stability determinants of bone-borne force-transmitting components in three RME hybrid expanders - An in vitro study. *European Journal of Orthodontics*, 39(1), 76-84. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw016>

Wilmes, B., Nienkemper, M., & Drescher, D. (2010). Application and effectiveness of a mini-implant- and tooth-borne rapid palatal expansion device: the hybrid hyrax. *World journal of orthodontics*, 11(4), 323-330. <https://sci-hub.hkvisa.net/10.1186/s40510-015-0096-7>

Winsauer, H., Walter, A., Jaeschke, D., Winsauer, C., Muchitsch, A. P., & Wendl, B. (2015). Pure bone-borne palatal expander anchored on orthodontic mini-implants Micro-4 or Micro-6 Expander. *Journal of Stomatology*, 68(1), 6-18. <https://doi.org/10.5604/00114553.1144370>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Reabsorción radicular asociada a tratamientos de ortodoncia con extracciones dentales: revisión de la literatura

*Root resorption associated with orthodontic treatment with dental extractions: review of the literature*

- <sup>1</sup> Pricila Katerine Veloz Gutiérrez  <https://orcid.org/0000-0001-5144-9711>  
Estudiante de la especialidad en Ortodoncia, Universidad Católica de Cuenca campus universitario Azogues – Ecuador;  
[pricila.veloz@pug.ucacue.edu.ec](mailto:pricila.veloz@pug.ucacue.edu.ec)
- <sup>2</sup> Miriam Verónica Lima Illescas  <https://orcid.org/0000-0001-6844-3826>  
Doctora en Ciencias Estomatológicas, Especialista en Ortodoncia de la Universidad Católica de Cuenca, Azogues -Ecuador;  
[milimai@ucacue.edu.ec](mailto:milimai@ucacue.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 11/04/2022

Revisado: 20/05/2022

Aceptado: 08/06/2022

Publicado: 15/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2225>

Cítese:

Veloz Gutiérrez , P. K., & Lima Illescas, M. V. (2022). Reabsorción radicular asociada a tratamientos de ortodoncia con extracciones dentales: revisión de la literatura. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 100-118.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2225>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

reabsorción  
radicular;  
ortodoncia;  
extracción;  
diente.

**Keywords:**

root resorption;  
orthodontics;  
extraction; tooth.

**Resumen**

La reabsorción radicular ha sido una condición asociada con un proceso fisiológico o patológico que resulta en la pérdida de dentina, cemento o hueso, producida como un efecto indeseado pero inevitable en el tratamiento ortodóncico. El objetivo de esta revisión es analizar la literatura sobre la reabsorción radicular producida en el cierre de espacios durante el tratamiento de ortodoncia con extracciones dentales. Se realizó una búsqueda electrónica en las siguientes bases de datos: PubMed, Science Direct, BVS Regional y Cochrane. Los criterios de elegibilidad incluyeron estudios relacionados al tema de la revisión, en inglés y español, con restricción en las publicaciones de los últimos 5 años, de libre acceso, texto completo, estudios descriptivos, casos y controles, cohortes, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis. Se eligieron 27 para ser analizados. La mayor parte de autores coinciden en que existen factores, que se deben tener en cuenta en el riesgo de producir reabsorción radicular en distintos grados, estos son tratamientos de ortodoncia con extracciones dentales, debido a que en la fase de cierre de espacios se produce gran movimiento de los dientes, por la distancia que estos deben recorrer, y el tiempo de duración de la terapia. La reabsorción radicular afecta principalmente a los incisivos maxilares.

**Abstract**

Root resorption has been a condition associated with a physiological or pathological process resulting in the loss of dentin, cementum, or bone, produced as an undesired but unavoidable effect of orthodontic treatment. The aim of this review is to analyze the literature on root resorption produced in space closure during orthodontic treatment with tooth extractions. An electronic search was performed in the following databases: PubMed, Science Direct, BVS Regional and Cochrane. The eligibility criteria included studies related to the subject of the review, in English and Spanish, with restriction to publications in the last 5 years, open access, full text, descriptive studies, case-control, cohort, clinical trials, systematic reviews and meta-analysis. Twenty-seven were chosen for analysis. Most authors agree that there are factors that should be considered in the risk of producing root resorption in different degrees, these are orthodontic treatments with dental extractions, since in the space closure phase there is great movement of the

---

teeth, because of the distance they must travel, and the duration of the therapy. Root resorption affects the maxillary the maxillary incisors.

---

### Introducción

La ortodoncia es una disciplina de la odontología, que ha utilizado el proceso inflamatorio para producir el movimiento de los dientes, sin embargo, si las fuerzas que se utilizan en este proceso no son las adecuadas se puede producir una reabsorción radicular (Bayir & Gumus, 2021).

El movimiento dental ortodóncico (MDO) ha sido un proceso complejo que depende de la remodelación del hueso alveolar que rodea el diente (El-Bialy et al., 2020), la cantidad, dirección y el tipo de MDO han afectado considerablemente en la presencia de reabsorción radicular (Linkous et al., 2020).

La literatura reporta que existen varios tipos de reabsorción radicular, pero la reabsorción apical externa, ha sido lo que más preocupa en los tratamientos de ortodoncia porque reduce definitivamente el volumen de la raíz, alterando el centro de resistencia y comprometiendo el soporte y el anclaje (Linkous et al., 2020).

La reabsorción radicular apical externa ( por sus siglas en inglés EARR), ha sido definida como el acortamiento o embotamiento del ápice de la raíz, con la pérdida permanente del tejido duro de la raíz de las piezas dentales, siendo también una complicación común e indeseable en el tratamiento ortodóncico (Liu et al., 2021).

La reabsorción radicular ha sido una condición asociada a un proceso fisiológico o patológico que es una consecuencia de la pérdida de dentina, cemento o hueso (Ageel, 2021).

La prevalencia de reabsorción radicular ha variado del 73% al 90% en el tratamiento de ortodoncia (El-Bialy et al., 2020). Las investigaciones de EARR con aparatos fijos registraron que más del 90% de los dientes con este tratamiento, mostraron EARR histológicamente considerable, por otro lado, los estudios radiográficos revelaron un porcentaje menor. Se reportó reabsorción leve a moderada entre el 48% y el 66% de los dientes (grado 1-2) y de entre el 1% y el 5% fue la incidencia de reabsorción severa (grado 3) (Qin & Zhou, 2019). También ha sido aceptado que los incisivos superiores son los más proclives a la reabsorción, siguiendo los incisivos mandibulares y los primeros molares (Liu et al., 2021; Wang et al., 2018a).

La extensión del proceso inflamatorio de reabsorción radicular puede depender de muchos factores, como la agresividad de las diversas células reabsorbentes y la vulnerabilidad y sensibilidad de los tejidos involucrados (Bayir & Gumus, 2021). Los factores etiológicos relacionadas con este proceso son: factores mecánicos del tratamiento ortodóncico dentro de estos se reporta, la clase de brackets, tipo de movimiento dental, distancia, dirección y magnitud de las fuerzas aplicadas al diente, tiempo duración del tratamiento y tipo de tratamiento de ortodoncia, con o sin extracción de premolares, contribuyen a la incidencia y gravedad de la reabsorción radicular durante el tratamiento ortodóncico (Ozkalayci et al., 2018; Qin & Zhou, 2019; Samandara et al., 2019; Zhang et al., 2022). Variabilidad biológica tales como: raza, etnia, factores sistémicos, susceptibilidad individual, género y edad del paciente antes del tratamiento (Ageel, 2021; Bayir & Gumus, 2021; Samandara et al., 2019; Zhang et al., 2022). Otros elementos locales como la reabsorción radicular preexistente, el periodonto hipofuncional y dientes traumatizados (Rizk et al., 2017). También depende de la predisposición genética, la presencia de hábitos orales, innervación, reabsorciones existentes, la densidad ósea, agenesia de dientes, la morfología de las raíces, traumatismos previos y el tipo de maloclusión (Ageel, 2021; Ahuja et al., 2017; Linkous et al., 2020; Zhang et al., 2022). En los casos de extracción, el tiempo prolongado del tratamiento y la cantidad de fuerza aplicada durante la terapéutica pueden estar relacionados con la reabsorción radicular (Ageel, 2021).

Ha sido controvertido la duración del tratamiento como un factor de riesgo. Se ha señalado que a mayor reabsorción radicular apical externa ocurre un mayor movimiento dental causado por el tiempo extenso del tratamiento, mientras que resultados actuales sugieren que la duración no era un factor de riesgo independiente (Wang et al., 2018b).

Sin embargo, la reabsorción radicular apical externa, no interviene en la duración del diente en la cavidad bucal, y los beneficios estéticos y funcionales obtenidos con el tratamiento ortodóncico prevalecen sobre los efectos secundarios (Linkous et al., 2020).

Los propósitos del tratamiento ortodóncico pueden indicar la extracción de los primeros premolares ya sea para la liberación del apiñamiento, reducción de la protrusión dentoalveolar, perfeccionamiento de la estética facial, corrección de malas relaciones entre arcadas por medio del camuflaje dental (Rizk et al., 2017).

### *Etiología*

La reabsorción externa inflamatoria de la raíz apical inducida ortodóncicamente (con sus siglas en inglés OIIEARR *orthodontically induced inflammatory external apical root resorption*), es considerado un proceso inflamatorio inevitable e indeseable, que se produce por una pérdida de estructura del cemento mineralizado durante el movimiento

dental en ortodoncia, y ocurre cuando la reabsorción supera la aposición (Ahuja et al., 2017; Bayir & Gumus, 2021; Samandara et al., 2019).

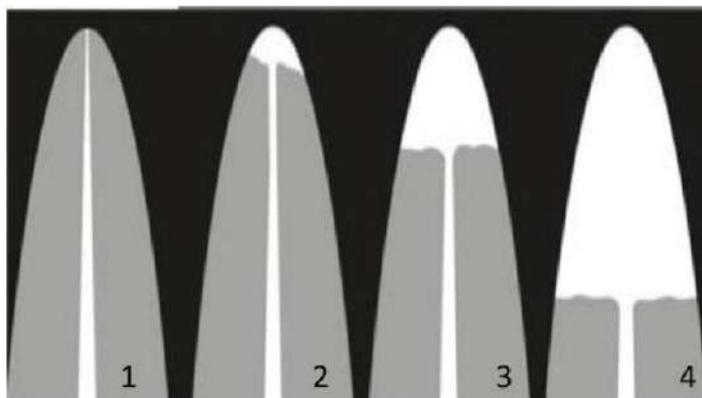
*Clasificación de la reabsorción externa inflamatoria de la raíz apical inducida ortodónticamente*

Se han descrito tres grados de OIIEARR: reabsorción superficial o cemental con remodelación, reabsorción dentinaria con reparación y reabsorción de raíz apical circunferencial con acortamiento radicular. La reabsorción de la raíz apical externa relacionada con el tratamiento de ortodoncia se evidencia radiográficamente (Bayir & Gumus, 2021).

El índice sugerido por Malmgren, constituye un método cualitativo visual para evaluar el grado de OIIEARR debido a su amplia aceptación y aplicabilidad. Figura 1 (Bayir & Gumus, 2021).

**Figura 1**

*Grados de reabsorción de la raíz apical externa*



Nota: 1.- Grado 0: sin reabsorción; 2.-Grado 1: reabsorción de hasta 2 mm de la longitud de la raíz; 3.- Grado 2: reabsorción desde 2 mm hasta 1/3 de la longitud de la raíz; 4.- Grado 3: reabsorción radicular severa, > 1/3 de la longitud de la raíz.

Fuente: Bayir & Gumus (2021)

*Diagnóstico*

El diagnóstico preciso y la evaluación de la extensión total de la reabsorción radicular ha sido muy importante en el tratamiento de ortodoncia y la planificación del tratamiento (Alamadi et al., 2017).

Se han utilizado radiografías panorámicas o periapicales para valorar la EARR, lo que puede producir distorsión, sobreestimar o subestimar el grado de reabsorción (Alamadi et al., 2017).

En estudios actuales, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) superó estas deficiencias y mejoró la exactitud para medir la longitud de la raíz, aunque EARR es una pérdida de volumen que ocurre de manera irregular y tridimensional en las superficies de las raíces (Alamadi et al., 2017; Deng et al., 2018; Liu et al., 2021). La tomografía computarizada de haz cónico es una técnica eficaz de imagen tridimensional desarrollada en la actualidad y es superior a los tomógrafos apicales y curvos en la evaluación de la precisión de la reabsorción radicular, puede medir con precisión la altura, el grosor del hueso alveolar, y la medición lineal tiene una alta confiabilidad, utilizando una proporción de 1: 1 (Alamadi et al., 2017; Deng et al., 2018; Wang et al., 2018a). Clínicamente las piezas dentales que presentan reabsorción radicular, pueden presentar síntomas como dolor, hinchazón o movilidad, también puede ocurrir cambio de coloración o movilidad de la pieza dental afectada (Linkous et al., 2020).

#### *Movimiento dental y reabsorción radicular en ortodoncia*

MDO es un proceso inflamatorio, que va dependiendo de la remodelación del hueso alveolar que rodea el diente (Bayir & Gumus, 2021). Este proceso ha combinado la adaptación fisiológica del hueso alveolar a las diversas tensiones mecánicas con una menor y reversible lesión del periodonto, en circunstancias normales y saludables, este movimiento se ejecuta mediante una remodelación ósea sistematizada y eficiente, que demanda la formación ósea después de la reabsorción ósea, así la teoría de presión - tensión propone señales químicas, como estímulo para producir la diferenciación celular y, como consecuencia el movimiento dental (Li et al., 2018).

Las fuerzas de ortodoncia causan microtraumatismos en el ligamento periodontal y activan la secreción de una cascada de eventos celulares asociados con la inflamación periodontal local, la regulación ascendente de citoquinas como la interleucina (IL)-1 beta (IL-1 $\beta$ ), IL-8, factores de crecimiento (factor de crecimiento transformador- $\beta$  (TGF- $\beta$ ), el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ) factor de crecimiento de fibroblastos (FGF), proteína morfogenética ósea (BMP), la prostaglandina E2 (PGE)<sub>2</sub>), reclutamiento de osteoblastos y osteoclastos, después de la aplicación de fuerza durante el tratamiento de ortodoncia (Ahuja et al., 2017; Bayir & Gumus, 2021; Shahrin et al., 2021).

La inflamación ha sido necesaria para el movimiento dental en el tratamiento de ortodoncia, pero si no es controlada, provoca la destrucción del diente, la excesiva inflamación ha constituido un problema. La reabsorción radicular inducida por ortodoncia (OIRR) y la remodelación del tejido tendrán que limitarse al hueso y tejidos paradentales, exceptuando al cemento y el diente, entre el 1-5% de los pacientes ortodóncicos se observa una excesiva reabsorción radicular, con pérdida de más de 4 mm o de un tercio de la longitud original de la raíz producida por un elevado proceso de inflamación, cuando se prolonga el tiempo del tratamiento ortodóncico (Li et al., 2018).

El factor limitante de la velocidad de MDO es la reabsorción ósea (Bayir & Gumus, 2021). La reabsorción radicular ha sido iniciada por células parecidas a los macrófagos del suministro de sangre del ligamento periodontal, produciendo daño a la capa de cementoblastos cercana que recubre el cementoide, esto conlleva a la exposición del cemento, dejando a la superficie de la raíz desnuda y más propensa a la reabsorción por las células carroñeras y los osteoclastos (Shahrin et al., 2021).

#### *Tratamiento ortodóntico con extracciones dentales de premolares y reabsorción radicular*

La extracción de los primeros premolares permanentes, para corregir algunas maloclusiones se ha convertido en una parte importante en el tratamiento de ortodoncia (Makhlouf et al., 2018).

La protrusión maxilar es una maloclusión común, que afecta a la apariencia del paciente, produce disfunciones en la masticación y el lenguaje, para su tratamiento requiere de la extracción de premolares anteriores bilaterales y un fuerte apoyo frente a un gran número de incisivos maxilares, con el objetivo de reducir la protrusión y mejorando las características faciales, pero aumentando el riesgo de promover reabsorción radicular (Javaratne et al., 2017; Wang et al., 2018b). Para realizar el cierre de espacios cuando se realizan extracciones como parte del plan de tratamiento, se puede utilizar varias técnicas y se pueden clasificar en dos mecánicas principales; la mecánica seccional que implica el movimiento de los dientes sin fricción, como los loops de cierre y la mecánica continua, deslizante que implica el movimiento de los dientes por fricción (Rizk et al., 2017).

Uno de los factores directamente implicados en la reabsorción severa son las extracciones de premolares, que pueden producir un aumento del movimiento de los dientes, y el desplazamiento del mismo al cerrar el espacio de extracción (Linkous et al., 2020; Lorente et al., 2021). Posterior a realizar una extracción dental se produce una reducción dimensional del hueso alveolar, después de un año puede reducirse en un 50%, y la reducción de la anchura es mayor que la pérdida de altura (Ramos et al., 2020).

El hallazgo general es que las fuerzas continuas son más perjudiciales, ya que conducen a una mayor cantidad de reabsorción de la raíz. Las fuerzas discontinuas (interrumpidas e intermitentes) permiten la regeneración de estas cavidades de reabsorción durante períodos de descanso, cuando no se está aplicando la fuerza de ortodoncia (Mehta et al., 2017).

En el estudio del efecto de las micro-osteoperforaciones (MOP) procedimiento que comprende la punción ósea, en cuanto a la reabsorción de la raíz apical externa, concluyó que la aceleración del movimiento dental de ortodoncia con terapia adyuvante con MOP durante la fase de alineación no exacerba EARR en pacientes con apiñamiento moderado

del segmento labial superior en comparación con los controles (Aboalnaga et al., 2019; Shahrin et al., 2021).

#### *Recomendaciones antes del tratamiento de ortodoncia*

La fuerza utilizada durante el movimiento ortodónico, debe mantener un nivel fisiológico, debido a que las fuerzas altamente fuertes pueden producir una reabsorción radicular significativa, aunque la reabsorción radicular leve se ha considerado inherente al movimiento de ortodoncia (Ramos et al., 2020).

La duración promedio del tratamiento de ortodoncia dependiendo de la maloclusión ha sido de 2 a 3 años, cuando este se prolonga, afecta el cumplimiento de los pacientes, predisponiendo a una mayor incidencia de caries, lesiones de manchas blancas, descalcificación del esmalte, inflamación, recesión gingival y reabsorción radicular (Aboalnaga et al., 2019; Ageel, B.M., Siraj, E. A., Zawawi, K. H. y Afify, 2021; El-Bialy et al., 2020).

Por lo cual, la aceleración del tratamiento de ortodoncia con la preservación de la estructura dental y el hueso alveolar, se han empleado varios procedimientos para reducir la duración del tratamiento. Estas técnicas incluyen terapia con láser de bajo nivel, campos electromagnéticos pulsados, corrientes eléctricas, corticotomía, osteogénesis por distracción, vibración mecánica y fotobiomodulación (El-Bialy et al., 2020). Entre todas las anteriores, la corticotomía tiene el mayor número de evidencia de investigación que respalda su eficacia en la aceleración MDO, debido al fenómeno de aceleración regional, pero es un procedimiento relativamente invasivo con baja aceptación del paciente (Aboalnaga et al., 2019).

Las técnicas de corticotomía utilizadas para la aceleración del movimiento dentario ha podido tener dos efectos secundarios que ayudarían a disminuir la reabsorción radicular, tales como: reducir el período de tratamiento y eliminar los tejidos hialinizados (Yang et al., 2021).

Los estudios actuales indican que la pausa de las fuerzas de ortodoncia puede minimizar la cantidad de reabsorción radicular, posiblemente debido a la reparación del cemento durante el período inactivo (Ozkalayci et al., 2018). Cuando la reabsorción ha alcanzado niveles considerables, se aconseja suspender las fuerzas de ortodoncia por algún tiempo, para así permitir la reparación de los cráteres, la misma que parcialmente ocurre esperando 4 semanas, mientras que la reparación funcional y anatómica se daría en 5 a 8 semanas (Mehta et al., 2017).

La práctica de la vibración mecánica (vibraciones de alta frecuencia aplicada a las piezas dentales, por medio de un dispositivo) en el tratamiento de ortodoncia se ha recomendado para reducir la duración del tratamiento y la reabsorción radicular (Yilmaz et al., 2021).

La vibración mecánica distribuye la concentración de estrés en el ligamento periodontal (PDL) con el activador mejorado del receptor de la expresión del ligando kappa-B del factor nuclear (RANKL) de fibroblastos y osteoclastos; este proceso también puede sugerir la posibilidad de reducir la OIRR (Yilmaz et al., 2021).

En el tratamiento de ortodoncia se recomienda el uso de los arcos NiTi activados por calor ya que estos, son más favorables porque producen magnitudes de fuerza más baja, que los arcos NiTi superelásticos, esto podría reducir el riesgo de reabsorción radicular (Phermang-Ngarm & Charoemratrote, 2018; Wang et al., 2018a). La reabsorción radicular ha sido una de las complicaciones frecuentes de la ortodoncia, y también es importante en la investigación clínica de la misma, estudios realizados en relación a la duración del tiempo de la terapia, han mostrado que el grado de reabsorción radicular es menor en pacientes tratados con brackets autoligantes (con un promedio de 0,05 mm por 1 mes), que en aquellos tratados con brackets convencionales (0,35 mm por mes) (Qin & Zhou, 2019).

Se recomienda practicar nuevos estilos de vida saludables que mejoren la calidad de vida de las personas (Hurtado et al., 2022). También practicar una nutrición balanceada, en la actualidad marca la diferencia para producir salud efectiva (Andrade et al., 2020). Es de suma importancia realizar procesos de evaluación en los proyectos de vinculación con la sociedad para que tengan un efecto positivo en la población (Quezada et al., 2021).

El objetivo del presente estudio fue analizar la literatura sobre la reabsorción radicular asociada a tratamientos de ortodoncia con extracciones dentales.

### Metodología

Se realizó una búsqueda a través de las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed, Scopus y BVS Regional. Se usó el operador booleano “AND”. Se utilizaron descriptores, encontrados en DeCS en el idioma inglés: “Root”, “Resorption”, “Tooth”, “Extraction” y “Orthodontics”; en español “Reabsorción”, “Radicular”, “Extracción”, “Diente” y “Ortodoncia”. La estrategia de búsqueda empleada fue en estudios afines reportados en la literatura hasta el 16 de febrero del 2022.

Los criterios de inclusión fueron artículos de texto completo, estudios descriptivos, casos y controles, cohortes, ensayos clínicos, revisiones sistemáticas y metaanálisis, que mencionaron a la reabsorción radicular asociada a tratamientos de ortodoncia con extracciones dentales, publicados en los últimos 5 años y de libre acceso; dentro de los criterios de exclusión fueron artículos duplicados y estudios que no correspondieran al

campo ortodóncico. La búsqueda reportó un total de 81, pero los que cumplieron los criterios de selección fueron 27 artículos: 1 publicados en Science Direct, 1 en la BVS Regional, Cochrane 1 y 24 en PubMed (tabla 1).

**Tabla 1**  
*Resultados de la búsqueda*

	PubMed	Web of Science	Cochrane	BVS Regional.	Total.
Resultados iniciales.	62	5	4	10	81
Artículos repetidos.	15	3	0	3	14
Artículos eliminados.	47	1	3	6	68
Artículos incluidos.	24	1	1	1	27

## Resultados y Discusión

Al analizar la literatura sobre la reabsorción radicular asociada a tratamientos de ortodoncia con extracciones dentales, encontramos una gran variedad de resultados, establecidos en estudios realizados por diferentes autores.

Así Bayir & Gumus (2021), en su estudio retrospectivo, el 27,7% de los pacientes tratados con ortodoncia presentaron OIIEARR en distintos grados, la incidencia de reabsorción radicular severa fue del 14,8%, mostrando significancia para la duración del tratamiento de ortodoncia  $28,6 \pm 10$  meses en los hombres; así como también el tratamiento con dos extracciones se correlacionó positivamente ( $p < 0,05$ ) se observó que el 85% mostró una OIIEARR leve; se evidenció OIIEARR más frecuente en los incisivos maxilares (33%) y en el 16% en los mandibulares, presentó el incisivo mandibular una OIIEARR grado 1 en el 10%.

Lo que concuerda con Liu et al. (2021), en un estudio retrospectivo encontraron que la mayoría de los incisivos mostraron reabsorción leve a moderada en el tratamiento con alineadores; sólo un minúsculo porcentaje (1% y el 5%) reveló una reabsorción severa. La posición de la raíz sagital (SRP) mostró posterior al tratamiento mayor asociación a la reabsorción radicular, tales como extracciones, el tipo de pieza dental, los desplazamientos apicales de intrusión y extrusión, también se encontró que la extracción aumentó el riesgo de EARR, posiblemente como resultado del gran movimiento de los dientes y la reducción de la sobremordida al cerrar los espacios de extracción. La reabsorción de los incisivos maxilares fue mayor que los incisivos mandibulares, con una frecuencia de 0,625%, concordando con Liu et al. (2021) en un estudio retrospectivo, incluyeron 320 incisivos de 40 pacientes con Clase II tratados con alineadores (Invisalign), en incisivos se encontró disminución de volumen en el tercio medio radicular después de la terapia, con un promedio significativo de  $11,48 \pm 6,70$  mm<sup>3</sup>, la prevalencia de reabsorción severa fue de 0,625%.

Zhang et al. (2022), en el estudio retrospectivo donde evaluaron la diferencia de reabsorción radicular entre los brackets autoligantes de torque estándar y los brackets autoligantes de torque alto en pacientes con biprotusión maxilar después del tratamiento de ortodoncia, a través de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) previa y posterior al tratamiento en 32 pacientes (16 tratados con DamonQ de torque alto slot 0,022" y 16 con torque estándar). Se extrajeron los 4 primeros premolares antes del tratamiento, la secuencia de arcos fue de 0,014", 0,014 × 0,025 "; 0,019 × 0,025" de cobre-níquel-titanio (Ormco) y terminó con 0,019 × 0,025" de acero inoxidable, después se insertaron minitornillos en la región bucal entre el segundo premolar y el primer molar, con aplicación 150 g de fuerza para retraer los dientes anteriores superiores e inferiores para cerrar el espacio de extracción. La reabsorción radicular del grupo de torque alto fue mayor (incisivo central izquierdo 25,07 mm<sup>3</sup>) que la del grupo de torque estándar (incisivo central izquierdo 22.09 mm<sup>3</sup>), después del tratamiento los dos grupos tuvieron diferentes reabsorciones radiculares de los mismos dientes. sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el grado de reabsorción apical externa de la raíz.

Por otro lado en la revisión sistemática sobre los cambios en los incisivos maxilares durante el cierre de espacios con métodos de anclaje convencionales y esqueléticos, realizada por Javaratne et al. (2017), encontraron que ninguno de los ensayos clínicos informó la reabsorción radicular en los incisivos maxilares pero la cantidad de retracción incisiva fue mayor con los miniimplantes colocados bucalmente comparados con las técnicas de anclaje convencionales, lo que no concuerda con el estudio realizado por Chen & Liu (2020), en el estudio analítico retrospectivo, realizaron retracción asistida en masa con mini implantes en pacientes adultos con protrusión bimaxilar, concluyeron que la retracción e intrusión conduce a una obvia reabsorción de la raíz de los dientes anteriores especialmente en los incisivos laterales (1,475 ± 0,380 mm), se observó una correlación significativa en la pérdida de la superficie distal y palatina, la longitud y el volumen de la raíz disminuyen con la cantidad de retracción de los dientes anteriores, también se correlacionaron la cantidad de intrusión (3,353 ± 0,305 mm) de dientes anteriores con la disminución de la longitud radicular y la pérdida de raíz en el sector distal en incisivos centrales, lo que sugiere al ortodoncista tomar precauciones en el movimiento de los incisivos maxilares.

Deng et al. (2018), en la revisión sistemática y metaanálisis concluyeron que existen diferentes grados de reabsorción radicular después del tratamiento ortodóncico, la extracción dental puede causar reabsorción radicular en comparación a las no extracciones, como demuestran los resultados obtenidos para el grupo de extracción dental fue de 1,03mm. y en el grupo de no extracción fue de 0,77 mm. Coincide con Samandara et al. (2019), en la revisión sistemática y metanálisis, resume la evidencia de 30 estudios clínicos únicos con imágenes tridimensionales de OIRR lineal o volumétrica

durante y después del tratamiento de ortodoncia, los análisis experimentales de la cantidad y el patrón de OIRR después de la terapia con aparato fijo de todos los estudios se observó menor de 1 mm de OIRR en el diente promedio con CBCT, explícitamente se hallaron diferencias significativas en los subgrupos de dientes, siendo los más afectados los incisivos centrales (OIRR = 0,8 mm; IC del 95% = 0,4–1,3 mm. Además, se encontró la mayor cantidad de OIRR en maxilar anterior (OIRR = 0,8 mm; IC del 95% = 0,6–1,1 mm), seguido de la mandíbula anterior (OIRR = 0,6 mm; IC del 95% = -0,1 a 1,3 mm), la mandíbula posterior (OIRR = 0,3 mm; IC del 95% = -0,4 a 1,0 mm), y el maxilar posterior (OIRR = 0,2 mm; IC del 95% = -0,4 a 0,8 mm). Los dientes maxilares significativamente más afectados (OIRR = 0,9; IC del 95% = 0,4–1,3 mm) en comparación con los dientes mandibulares (OIRR = 0,4 mm; IC del 95% = -0,3 a 1,2). Así en los estudios sobre el tratamiento de extracción mostraron cantidades significativamente mayores de OIRR (0,8 mm) en comparación con los estudios sobre el tratamiento sin extracción (0,5 mm.). Esto podría deberse a una mayor duración del tratamiento asociada con el tratamiento de extracción (con un aumento promedio de la OIRR en 0,36 mm por cada año adicional).

En la revisión sistemática realizada por Rizk et al. (2017), sobre la efectividad de los métodos de retracción en masa y en dos pasos, concluyeron que los dos son efectivos durante la fase de cierre del espacio. También sugieren que la retracción en masa puede tomar menos tiempo y no existe diferencias significativas en la cantidad de reabsorción radicular entre los dos métodos incisivos centrales maxilares en el grupo de dos pasos (0,45 mm con una desviación estándar de 0,13) y el grupo en masa (0,42 mm con una desviación estándar de 0,12), sobre la efectividad de estos métodos concluyeron que los dos son efectivos durante la fase de cierre del espacio. La retracción en masa con mini implantes mostró una diferencia estadísticamente significativa con respecto a la preservación del anclaje - 2,55 mm (IC del 95% - 2,99 a - 2,11) y la cantidad de retracción del incisivo superior - 0,38 mm (IC del 95% - 0,70 a - 0,06) en comparación con la retracción con anclaje de dos pasos convencional.

Wang et al. (2018b) efectuó un estudio en pacientes con protrusión maxilar, en los que se realizó extracción de primeros premolares superiores y segundos premolares mandibulares como tratamiento compensatorio obtuvieron como resultado, reabsorción de la longitud de la raíz del incisivo superior (0,81±0,46) mm, y fue estadísticamente significativo antes y después de la retracción de los incisivos ( $p < 0,05$ ). Por lo cual existe correlación entre la reabsorción radicular, el desplazamiento horizontal del centro incisivo maxilar y la distancia desde el ápice incisivo superior hasta el hueso cortical labial, concluyendo que con un mayor movimiento dental o si este sobrepasa las limitaciones anatómicas y los límites de alteración del hueso alveolar puede conducir a la reabsorción radicular, en relación con el estudio de Phermsang-Ngarm & Charoemratrote (2018), comparó los cambios en los dientes y en el hueso después de la alineación dental

anterior inicial utilizando arcos de níquel titanio de 0,012” reformados y personalizados en adultos en 32 sujetos (edad media  $19,8 \pm 1,7$  años) con apiñamiento severo de dientes anteriores maxilares, se realizó extracciones de premolares y fueron asignados aleatoriamente a grupos control (arcos NiTi activados por calor preformados) y experimental (arcos personalizados) el objetivo de personalizar los arcos NiTi sería disminuir las fuerzas aplicadas para mover los dientes de forma más eficiente, sin dañar el periodonto, al inicio se tomaron tomografías computarizadas ( $T_0$ ) y tres meses después de la alineación final ( $T_F$ ) para evaluar los cambios óseos. Se observó reabsorción radicular en todos los dientes anteriores entre  $T_F-T_0$  ( $P < 0,001$ ). El grupo experimental tuvo menor cantidad de reabsorción radicular en los incisivos central ( $-0,24 \pm 0,15$  mm) y lateral ( $0,24 \pm 0,18$  mm) en comparación con el grupo control ( $-0,30 \pm 0,09$  y  $-0,44 \pm 0,20$  mm, respectivamente;  $P \leq 0,007$ ). La duración de  $T_F-T_0$  fue significativamente más corto ( $p < 0,001$ ) en el grupo control ( $3,4 \pm 0,5$  meses) en comparación con el grupo experimental ( $3,9 \pm 0,3$  meses).

En estudios donde se utilizaron tratamientos adicionales para acelerar el movimiento dental y reducir la reabsorción radicular en pacientes con Ortodoncia, Yilmaz et al. (2021) evaluó el efecto de vibración mecánica en la reabsorción radicular durante 12 semanas, concluyeron que no hubo diferencias estadísticas entre los lados de vibración y el grupo control ( $p > 0,05$ ), es decir que la vibración mecánica no tuvo un efecto beneficioso en la reducción de la reabsorción radicular, por otro lado El-Bialy et al. (2020), mostró que la aplicación del ultrasonido pulsado de baja intensidad (con sus siglas en inglés LIPUS Low-intensity pulsed ultrasound) que es una técnica dental emergente para acelerar el movimiento de los dientes. aumentó la tasa de movimiento de los dientes en un promedio del 29%, en cuanto a la reabsorción radicular, el lado LIPUS ( $0,0092 \pm 0,022$  mm/semana) mostró una disminución estadísticamente significativa en comparación con el lado control ( $0,0223 \pm 0,022$  mm/semana), es decir redujo la reabsorción de la raíz dental inducida ortodónticamente. Así también Aboalnaga et al. (2019), en el ensayo sobre el efecto de las micro-osteoperforaciones (MOP con mini-tornillo de 1,8 mm de diámetro, 8 mm de longitud distal al canino) para acelerar el movimiento dental, en 18 pacientes con extracción del primer premolar bilateral y retracción canina superior más un anclaje máximo, durante 4 meses se reportó en modelos digitales y en imágenes CBCT una tasa de retracción canina por mes en ambos lados de  $0,99 \pm 0,3$  mm/mes y la retracción total por los caninos fue mayor en el MOP que en el lado control (diferencia de medias  $0,06 \pm 0,7$  mm), fue estadísticamente insignificante. Los resultados secundarios fue la pérdida de anclaje en el grupo MOP, reabsorción de la raíz canina, donde se detectaron diferencias insignificantes entre ambos lados ( $p > 0,05$ ).

Ramos et al. (2020), en el estudio retrospectivo sobre reabsorción radicular lateral (ELRR) y apical (EARR) en dientes movidos ortodónticamente a áreas de crestas edéntulas en 54 premolares, (Grupo 1 experimental) 27 premolares desplazados hacia el

reborde alveolar atrófico con movimiento de ortodoncia y (Grupo 2 control) 27 premolares no trasladados, se tomaron imágenes previas y después del movimiento ortodóncico con tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y panorámicas. Todos los pacientes recibieron tratamiento de ortodoncia convencional de alineación y nivelación, iniciando con arcos de NiTi de 0,014", después arcos de acero inoxidable de 0,016", 0,018" y 0,020". El movimiento a través del reborde atrófico se realizó con resortes helicoidales abiertos de NiTi insertados en un primer arco de acero de 0,020" y luego en un arco de acero de 0,019 x 0,025" en brackets de slot 0,022". El tiempo medio de tratamiento de ortodoncia fue de 17,15 meses (DE = 6,08). El ELRR se evaluó de acuerdo a los siguientes puntajes de 0 a 3: 0 = ausencia de reabsorción; 1 = presencia de ligeras lagunas de reabsorción; 2 = presencia de claras lagunas de reabsorción; 3 = presencia de más de más de una laguna de reabsorción distinta y/o reducción del grosor de la raíz; también se valoró la EARR, siguiendo el método de Levander y Malmgren con puntuaciones de 0 a 4 y se encontró que ELRR aumentó estadísticamente sólo en el Grupo 1 ( $p < 0,05$ ), después del tratamiento de ortodoncia, se observó que casi el 56% ( $n=15$ ) de los dientes del grupo 1 presentaron puntajes 2 y 3 de reabsorción radicular, mientras que el grupo 2 presentó puntajes 2 y 3 en aproximadamente el 11% ( $n= 3$ ) de los dientes. EARR aumentó en ambos grupos después del movimiento de ortodoncia, pero los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas entre los grupos ( $p > 0,05$ ).

En la investigación realizada por Linkous et al. (2020), sobre la reabsorción radicular apical externa y el vector del movimiento de los incisivo. Se analizó 93 tomografías computarizadas Cone Beam de adolescentes estadounidenses blancos (45 niños, 48 niñas) con una maloclusión de clase I que recibieron tratamiento ortodóncico con prescripción MBT, slot de 0,022". La mitad fueron tratados con extracciones de 4 primeros premolares, y los demás sin extracciones. En los casos de extracción, el cierre del espacio se realizó en el arco 0,017 x 0,025 de níquel-titanio de curva inversa con cadena elástica y elásticos (Clase I, II y/o III) según sea necesario para el control del anclaje. Se evaluaron todas las direcciones de movimiento de los incisivos (anteroposterior, medio lateral, craneocaudal, torsión), los cuales aumentaron el riesgo de reabsorción. Todas las direcciones del movimiento del incisivo elevaron el riesgo y la extensión de la reabsorción periapical, pero la intrusión fue más perjudicial, siendo el predictor más fuerte para producir EARR. La reabsorción apical de los incisivos fue significativamente mayor en la muestra de extracción de premolares (aprox. 0,5 mm). Las extracciones de premolares han aumentado significativamente la cantidad de movimiento dental y la reabsorción radicular externa, en comparación con la muestra tratada sin extracción, concordando con Lorente et al. (2021), quienes obtuvieron similares resultados donde uno de los factores más implicados en la reabsorción radicular severa han sido las extracciones de premolares, que pueden producir un aumento del movimiento de los dientes, y el desplazamiento del ápice al cerrar el espacio de extracción.

### Conclusiones

- En base a la literatura encontrada podemos concluir que los factores de riesgo relacionados con la reabsorción radicular en ortodoncia han sido principalmente por la duración prolongada del tratamiento y las extracciones dentales, en cuanto a los movimientos ortodóncicos la intrusión ha sido el más nocivo y el que produce mayor reabsorción radicular, siendo los incisivos maxilares las piezas dentales más afectadas.
- Las extracciones dentales de premolares realizadas en un tratamiento de ortodoncia podrían provocar mayor reabsorción radicular en comparación con terapias de no extracciones, debido a que se va a producir mayor cantidad de movimiento en la retracción, se reporta una reabsorción grado 1.
- Para el diagnóstico de la reabsorción radicular se recomienda la utilización de radiografías periapicales o CBCT que pueden resultar más precisas que las radiografías panorámicas.

### Referencias bibliográficas

- Aboalnaga, A., Salah Fayed, M., El-Ashmawi, N., & Soliman, S. (2019). Effect of microosteoperforation on the rate of canine retraction: a split-mouth randomized controlled trial. *Progress in Orthodontics*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-019-0274-0>
- Ageel, B.M., Siraj, E. A., Zawawi, K. H. y Afify, A. (2021). The Prevalence of Root Resorption after Orthodontic Treatment in Patients Attending a University Hospital Dental Clinic. *J Pharm Bioall Sci*, 13(10), 325–330. <https://doi.org/10.4103/jpbs.JPBS>
- Ahuja, R., Almuzian, M., Khan, A., Pascovici, D., Dalci, O., & Darendeliler, M. (2017). A preliminary investigation of short-term cytokine expression in gingival crevicular fluid secondary to high-level orthodontic forces and the associated root resorption: case series analytical study. *Progress in Orthodontics*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0177-x>
- Alamadi, E., Alhazmi, H., Hansen, K., Lundgren, T., & Naoumova, J. (2017). A comparative study of cone beam computed tomography and conventional radiography in diagnosing the extent of root resorptions. *Progress in Orthodontics*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0191-z>
- Andrade, M., Rodríguez, M., & Guallo, M. (2020). Alimentación saludable e higiene de alimentos en los niños de 6 a 24 meses de edad. *Conciencia Digital*, 4, 332–347. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.2.1403>

- Bayir, F., & Gumus, E. B. (2021). External apical root resorption after orthodontic treatment: Incidence, severity, and risk factors. *Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects*, 15(2), 100–105. <https://doi.org/10.34172/joddd.2021.017>
- Chen, Y., & Liu, D. (2020). Morphologic evaluation of root resorption after miniscrew assisted en mass retraction in adult bialveolar protrusion patients. *Head and Face Medicine*, 16(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s13005-020-00229-z>
- Deng, Y., Sun, Y., & Xu, T. (2018). Evaluation of root resorption after comprehensive orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): A meta-analysis. *BMC Oral Health*, 18(1), 1–14. <https://doi.org/10.1186/s12903-018-0579-2>
- El-Bialy, T., Farouk, K., Carlyle, T., Wiltshire, W., Drummond, R., Dumore, T., Knowlton, K., & Tompson, B. (2020). Effect of Low Intensity Pulsed Ultrasound (LIPUS) on Tooth Movement and Root Resorption: A Prospective Multi-Center Randomized Controlled Trial. *J. Clin. Med*, 9([doi:10.3390/jcm9030804](https://doi.org/10.3390/jcm9030804)), 804. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29531610/>
- Hurtado, H., Cumbe, D., Mantilla, J., & Benalcázar, D. (2022). Alimentación, nutrición y hábitos sanos en el crecimiento de los niños de 3 a 4 años. *ConcienciaDigital*, 5(1.1), 123-140. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.1.19900-20220217>. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i1.1.1990>
- Javaratne, Y. S. N., Uribe, F., & Janakiraman, N. (2017). the Effect of Mini-Implant Supported Anchorage on Maxillary Incisor Position During Retraction- a Systematic Review. *Journal of Istanbul University Faculty of Dentistry*, 51(0), 90–101. <https://doi.org/10.17096/jiufd.52884>
- Li, Y., Jacox, L., Little, S., & Ko, C. (2018). Orthodontic tooth movement: The biology and clinical implications. *Kaohsiung Journal of Medical Sciences*, 34(4), 207–214. <https://doi.org/10.1016/j.kjms.2018.01.007>
- Linkous, E., Trojan, T., & Harris, E. (2020). External apical root resorption and vectors of orthodontic tooth movement. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 158(5), 700–709. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.10.017>
- Liu, W., Shao, J., Li, S., Al-balaa, M., Xia, L., Li, H., & Hua, X. (2021). Volumetric cone-beam computed tomography evaluation and risk factor analysis of external apical root resorption with clear aligner therapy. *Angle Orthodontist*, 91(November 2020), 596–603. <https://doi.org/10.2319/111820-943.1>

- Lorente, T., Lorente, P., Pérez-Vela, M., & Lorente, C. (2021). Orthodontic management of severe iatrogenic biprotrusion and resorptions with miniscrews and corticotomies. *International Orthodontics*, 19(2), 319–328. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2021.03.004>
- Makhlouf, M., Aboul-Ezz, A., Fayed, M., & Hafez, H. (2018). Evaluating the amount of tooth movement and root resorption during canine retraction with friction versus frictionless mechanics using cone beam computed tomography. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(2), 384–388. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2018.066>
- Mehta, S., Deshmukh, S., Sable, R., & Patil, A. (2017). Comparison of 4 and 6 weeks of rest period for repair of root resorption. *Progress in Orthodontics*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0173-1>
- Ozkalayci, N., Karadeniz, E., Elekdag-Turk, S., Turk, T., Cheng, L., & Darendeliler, M. (2018). Effect of continuous versus intermittent orthodontic forces on root resorption: A microcomputed tomography study. *Angle Orthodontist*, 88(6), 733–739. <https://doi.org/10.2319/012518-68.1>
- Phermsang-Ngarm, P., & Charoemratrote, C. (2018). Tooth and bone changes after initial anterior dental alignment using preformed vs customized nickel titanium archwires in adults: A randomized clinical trial. *Angle Orthodontist*, 88(4), 425–434. <https://doi.org/10.2319/090317-589.1>
- Qin, F., & Zhou, Y. (2019). The influence of bracket torque on external apical root resorption in bimaxillary protrusion patients: a retrospective study. *BMC Oral Health*, 22(1), 1–6. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02042-3>
- Quezada, J., Banegas, C., & Castillo, Y. (2021). *Evaluación del impacto de la vinculación con la sociedad en el caso de la carrera de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca* (pp. 124–142). <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i1.1.1550>
- Ramos, A., Poluha, R., Guilherme, P., Khoury, G., & Rosa, J. (2020). Lateral and apical root resorption in teeth orthodontically moved into edentulous ridge areas. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 25(5), 24–29. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.25.5.024-029.oar>
- Rizk, M. Z., Mohammed, H., Ismael, O., & Bearn, D. R. (2017). Effectiveness of en masse versus two-step retraction: a systematic review and meta-analysis. *Progress in Orthodontics*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0196-7>
- Samandara, A., Papageorgiou, S., Ioannidou, M., Kavvadia-Tsatala, S., & Papadopoulos,

- M. (2019). Evaluation of orthodontically induced external root resorption following orthodontic treatment using cone beam computed tomography (CBCT): A systematic review and meta-analysis. *European Journal of Orthodontics*, 41(1), 67–79. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjy027>
- Shahrin, A., Ghani, S., & Norman, N. (2021). Effect of micro-osteoperforations on external apical root resorption: A randomized controlled trial. *Korean Journal of Orthodontics*, 51(2), 86–94. <https://doi.org/10.4041/kjod.2021.51.2.86>
- Wang, Y., Wang, T., Liu., & Z. (2018a). Changes in root and alveolar bone before and after treatment by retracting the upper incisors. *West China Journal of Stomatology*, 36(6), 638–645. <https://doi.org/https://doi.org/10.7518/hxkq.2018.06.011>
- Wang, Y., Liu, C., Jian, F., McIntyre, G., Millett, D., Hickman, J., & Lai, W. (2018b). Initial arch wires used in orthodontic treatment with fixed appliances. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(7). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD007859.pub4>
- Yang, Y., Huang, Y., & Li, W. (2021). Effect of corticotomy techniques accelerating orthodontic tooth movement on root resorption. *Peking University. Health Sciences*, 53(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.19723/j.issn.1671-167X.2021.02.034>
- Yilmaz, H., Ozlu, F. C., Turk, T., & Darendeliler, M. A. (2021). The effect of 12 weeks of mechanical vibration on root resorption: a micro-CT study. *Progress in Orthodontics*, 22(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s40510-021-00369-1>
- Zhang, X., Zhou, H., Liao, X., & Liu, Y. (2022). The influence of bracket torque on external apical root resorption in bimaxillary protrusion patients: a retrospective study. *BMC Oral Health*, 22(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02042-3>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## The impact of video recording in EFL oral production tasks with college students

*El impacto de grabación de videos en tareas de producción oral en inglés como lengua extranjera con estudiantes universitarios*

- <sup>1</sup> Silvia Elizabeth Cárdenas Sánchez  <https://orcid.org/0000-0002-1760-8288>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Sede Morona Santiago, Riobamba, Ecuador,  
[silvia.cardenas@epoch.edu.ec](mailto:silvia.cardenas@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Patricia Pilar Moyota Amaguaya  <https://orcid.org/0000-0002-0661-2855>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Mecánica, Riobamba, Ecuador,  
[patricia.moyota@epoch.edu.ec](mailto:patricia.moyota@epoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> María Mercedes Gallegos Núñez  <https://orcid.org/0000-0001-9930-0772>  
Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías, Riobamba, Ecuador,  
[mgallegos@unach.edu.ec](mailto:mgallegos@unach.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2022

Revisado: 21/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 18/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2228>

Cítese:

Cárdenas Sánchez, S. E., Moyota Amaguaya, P. P., & Gallegos Núñez, M. M. (2022). The impact of video recording in EFL oral production tasks with college students . ConcienciaDigital, 5(3.1), 119-128. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2228>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

grabación de videos, destreza de hablar, producción oral, pronunciación

**Keywords:**

video-recorded tasks, speaking skills, oral production, pronunciation

**Resumen**

**Introducción:** Las tareas de grabación de vídeo se han adaptado para practicar las habilidades productivas orales en inglés. Este tipo de tareas ha permitido que los alumnos tengan más oportunidades de desarrollar sus habilidades orales mientras aprenden inglés. Las destrezas lingüísticas productivas, como la expresión oral, son tan importantes como las demás, ya que ayudan a comunicar ideas en diferentes contextos. **Objetivo:** Conocer el punto de vista de los estudiantes sobre el uso de tareas grabadas en vídeo como complemento de la práctica del idioma. **Metodología:** Este estudio se diseñó para Los estudiantes universitarios de los niveles A1 y A2 realizaron cinco tareas durante el periodo académico de octubre de 2021 a marzo de 2022. En este estudio participaron 74 personas. Al final del periodo académico, los estudiantes respondieron a un cuestionario cuyo objetivo era obtener información sobre su percepción de la creación de videos grabados en lugar de tareas escritas. **Resultados:** Los resultados de la encuesta demostraron que existe una actitud positiva hacia el uso de esta estrategia. **Conclusiones:** Los participantes concluyeron que las grabaciones de vídeo les ayudaban a practicar más la pronunciación y a mejorar su vocabulario.

**Abstract**

**Introduction:** Video recording tasks have been adapted to practice oral productive skills in English language. This type of assignments has allowed learners to have more opportunities to develop their speaking skills while they are learning English. Productive language skills like speaking are as important as the other skills since it helps to communicate ideas in different contexts. **Objective:** This study was designed to get students point of views about the use of video-recorded tasks as language practice complement. **Methodology:** College students from level A1 and A2 complete five tasks during the academic period October 2021 – March 2022. There were 74 participants in this study. At the end of the academic period, the students responded a questionnaire which aimed to get information about in their perceptions of creating video-tasks instead of written assignments. **Results:** The results of the survey demonstrated that there is a positive attitude towards the use of this strategy. **Conclusions:** Participants concluded that video

---

recordings helped them to practice more pronunciation and improved their vocabulary.

---

## Introduction

Speaking is an oral production skill which is developed during a language learning. Qureshi (2007) states that speaking is as important in communication as writing skills because without a speech the language production will just remain in a script. Communication and language are developed in a social context. It will depend on the situation, setting, culture and other factors that could affect the tone, vocabulary use and formality. However, training is necessary to produce a language with fluency and accuracy. Al-Jamal & Al-Jamal (2014), also mention that part of human being life is communication which must be mastered through practice in context and a foreign or second language teaching must consider these important facts. Meaningful learning occurs when the learner is exposed to real situations and contextualized. The researchers conducted some research to understand how students face problems with speaking skills in a foreign language context (EFL) and the results indicated that students did not feel uncomfortable with their communicative competences. There were distinct reasons, but the main reasons were the class size, L1 use and lack of speaking practice and motivation. In other words, speaking skills are essential, but the misunderstanding or misuse of the strategies cannot help students to develop their communicative skills. Furthermore, Hanifa (2018), considers the improvement of speaking skills is important in these days but communicative competence is difficult to develop in an EFL context for some reasons. For example, anxiety is one important issue to consider since the effects on students' oral performance is evident.

In addition, Rao (2019), concludes that communication is an essential part to be successful and the language is the tool which allows it. So, English as a universal language has been used to develop different tasks in different fields and situations. Although English speaking is apparently the most difficult skill to develop, today's jobs opportunities are bigger when people dominate English and demonstrate its knowledge through discussions. It is known that candidates are measured according to their oral communication performance.

Students are aware of their need to develop of speaking skills in order to establish communication, among others. Nazara (2011) concluded in a study that students understand the importance of developing speaking skills even though they found out different problems to reach the main goal. For instance, students stated that it is necessary

to have more time to practice it and surpass fears. The author suggests that it is essential to create a classroom environment where students feel confident to speak in English. Rao (2019) states that regular practice helps learners to deliver speeches, but confidence is also an important element to start speaking in English. On the other hand, teachers also consider the need to improve this skill in the language learning.

Speaking has been considered as an important skill to be developed while learning a language. It is necessary to understand how this skill can be developed while learning a new language. According to Rao (2019), there are 3 kinds of speaking situations. First, an interactive speaking can be a conversation which can take place face to face or using technology such as a smartphone or a computer. While the partially interactive speaking is a lecture or a speech where there is an audience and probably there will be a short interaction at the end like asking or answering questions. Finally, the non-interactive speaking is when the speaker is limited to record his or her voice and send it, so the audience can hear it later. Generally, this type of speaking is done for podcasts which are trending in these days.

The questions arise when language instructors try to find the most suitable strategies to help learners to produce the languages. Rao (2019) suggests using the latest techniques and forget those ones that are old-fashioned. In other words, games, fun activities, role plays, group tasks and storytelling can be introduced during instruction to get students involved in speaking tasks. However, there are other strategies such as video recording tasks where students can record themselves and send the final product, so they can receive the language instructor's feedback. For instance, Wicaksono (2017), mentions that speaking ability can be developed through video recording. The researcher conducted a study with college students, and they considered that this strategy helped them to identify their deficiencies while speaking and their attitude towards the use of video recording was positive. This study was conducted under the action research spiral which consisted in four steps: plan, act, observe and reflect. Students concluded that this technique was useful since they did not have enough time to practice speaking in class while recording a video helped them to feel comfortable and did not feel embarrassed when making mistakes. Additionally, they confirmed that they could correct their own mistakes and helped them to improve their speaking skills.

Putri & Rahmani (2019), also conducted a study to understand students' perceptions in the use of video recordings to improve accuracy and fluency in oral language production. The study demonstrated that students increased their ability in speaking. Furthermore, students mentioned that it was significant and interesting because they trained their speaking skills. Suadi (2020) concluded that speaking video recording helped students to be motivated and interested. The study aimed to know students speaking improvement since they demonstrated some weakness with this skill. At the end of the study, the results

showed that students improved their speaking skill and they mentioned that their interest, curiosity, and motivation increased. Azkiya & Rahayu (2018) applied video recording tasks with a group of 85 junior high school students during 8 meetings and the video length was from 2 to 3 minutes. The results of this study demonstrated that improved their oral productive skills. The researchers suggest applying this strategy in different contexts and using other research methodology to get more understanding of the impact of video-recorded speaking tasks.

Arroba & Acosta (2021), conclude in their study that using technology to promote speaking skills is new for some teachers and students. The study suggests that teachers should implement more strategies such as authentic digital storytelling, so students can record while they are listening to their voice, they can see themselves in the videos or images. The findings of this study determined that recording videos encouraged students to practice communicative skills. Furthermore, it is necessary to look for tools that are going to allow students to create their videos. For instance, Dzakiah et al. (2020) conducted a study in which it was demonstrated that students' performance in terms of fluency and comprehension improved through the use of cell phone video recording. Students had to record videos speaking about past events and activities. Lestari (2019) states that video blog creation is effective to promote speaking skills because the study showed that students improved their vocabulary, accent, pronunciation, and culture knowledge.

Another crucial point to consider is feedback process. A task assessment not only finishes with the revision of the task, but it is essential to provide correct feedback, so learners are aware of their learning process. According to García & Martínez (2018), providing students feedback has been beneficial because they understand their weaknesses and try to figure out other strategies to improve their oral productive skills. Muhsin (2016) also conducted some research about providing feedback to speaking tasks and the researcher concluded that students were eager to receive their teacher's explicit correction. In other words, students find useful to have some correction about their speaking tasks. For that reason, using video-tasks requires more than sending as a single task. It requires planning, reviewing, and providing feedback to get the best results.

### Methodology

The participants of this study were 42 students from level A2 and 32 students from level A1 who take English as a compulsory class offered to undergraduate learners in an Ecuadorian university located in the Amazon region. There are five faculties, and they are majoring in Environmental Engineering, Mining, Information Technology, Zootenics and Accounting, but there is no difference in their English learning topics even they are not studying in the same faculty. With this background, students took English classes, and some assignments were video recordings. Students recorded five

videos about the different topics stated in the syllabus. The researchers used rubrics to grade the videos and a survey at the end of the academic period was applied. Students attended a four-period class each week where students had to develop the languages skills with different activities. For that reason, this study focused on promoting speaking tasks outside the class to encourage learners to have a free speaking practice since they were not observed. Self-video recording can reduce anxiety and students feel more confident (Nguyen, 2021; Zahida, 2021). Learners were assigned to complete task outside the class which consisted of video recordings about the topics developed in the class.

### Results

The students answered a questionnaire to understand their views about video-recorded tasks to develop speaking skill. The results of the questionnaire provided some information which is relevant to be informed about the positive and negative aspects of this strategy based on students’ opinions. 74 students completed the survey at the end of the academic period and table 1 shows students’ preferences about creating video tasks.

**Table 1**

*Students’ preference of video-task recording to practice speaking*

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Totally Agree	31	41,9	41,9	41,9
Agree	31	41,9	41,9	83,8
Neutral	11	14,9	14,9	98,6
Disagree	1	1,4	1,4	100,0
Total	74	100,0	100,0	

Based on the results, 41.9% students totally agree with the use of this strategy to practice speaking. Similarly, 41.9% learners agree to create videos as homework tasks. Only 1.4% of students believe that it is not ideal to create video-tasks. On the other hand, 56.8% participants consider that video-recorded tasks helped to have more opportunity to practice oral production skills. Neither of them believes that it did not help to practice speaking skills. See table 2.

**Table 2**

*Video recording helps students to practice speaking*

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Totally Agree	42	56,8	56,8	56,8
Agree	26	35,1	35,1	91,9
Neutral	6	8,1	8,1	100,0
Total	74	100,0	100,0	

Furthermore, the survey analysis data shows that 62.2% participants have a positive perception that this strategy helps them to practice English outside the class. See table 3. While 20% students agree that it was a good opportunity to practice oral productive skills without the teacher guidance.

**Table 3**  
*Practice speaking outside the class*

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid Totally Agree	46	62,2	62,2	62,2
Agree	20	27,0	27,0	89,2
Neutral	8	10,8	10,8	100,0
Total	74	100,0	100,0	

According to the open-ended questions, some participants concluded that recording a video instead of doing writing tasks encouraged them to improve pronunciation and practice the target language. Moreover, students mentioned that they did not feel anxious while recording the video-tasks and they were able to feel more confident. On the other hand, students mentioned some drawbacks that language instructors need to keep in mind with this type of tasks. For instance, they consider that it is essential to know how to record videos since they had problems with video edition. Learners also mentioned that they had to repeat more than one time the recordings and it took time and effort.

### Conclusions

- Video recording assignments are relevant for students because they get involved in oral production tasks that support their learning language process. The results of this study have determined that using other activities rather than only task competition help students to improve in diverse ways. For instance, students are more engaged in these tasks because they are practicing with real situation. Then students are not observed, and they feel more confident since do not worry about making mistakes. Furthermore, video-recorded tasks are essential in large classes since students do not have the opportunity to practice inside the class and this is a fantastic opportunity to speak and then receive the instructor feedback. For that reason, it is also recommended to provide the correct feedback when students produce their speech. Language teachers must help students to develop their speaking skills in a safe environment and motivate them to keep even outside their classes. This means that teachers must not limit their teaching practices inside the classroom, but they need to look for other strategies to help students to keep using the language in their daily basis. Finally, mastering speaking skill is vital for students who are learning English because it is a skill that requires effort and

practice. Video recording tasks can be used and adapted in English language teaching as a strategy to help students because the evidence shows that it works well for those students who do not feel sure about developing this skill inside the class.

### Bibliographic References

- Al-Jamal, D. A., & Al-Jamal, G. A. (2014). An Investigation of the difficulties faced by EFL undergraduates in speaking skills. *English Language Teaching*, 7(1), 19-27.
- Arroba, J., & Acosta, H. (2021). Authentic digital storytelling as alternative teaching strategy to develop speaking skills in EFL classes. *LEARN Journal: Language Education and Acquisition Research Network*, 14(1), 317-343.
- Azkiya, S. N., & Rahayu, R. (2018). Examining the Role of Video-Recorded Speaking Task in Enhancing Students' Oral Productive Skill. *IJEE (Indonesian Journal of English Education)*, 5(2), 204-218.
- Dzakiah, D., Assiddiq, M. A., & Mustari, S. H. (2020). Smartphone video recording as a learning tool to improve Indonesian EFL students' speaking performance. *Indonesian EFL Journal*, 6(2), 157-164.
- García, E. M., & Martínez, V. G. M. (2018). Students' reactions to teacher corrective feedback to oral production: A study on self-correction and autonomy in compulsory EFL university courses. *MEXTESOL Journal*, 42(1), 1-24.
- Hanifa, R. (2018). Factors generating anxiety when learning EFL speaking skills. *Studies in English Language and Education*, 5(2), 230-239.
- Lestari, N. (2019). Improving the Speaking Skill by Vlog (video blog) as Learning Media: The EFL Students Perspective. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 9(1), 915-925.
- Muhsin, A. (2016). The effectiveness of positive feedback in teaching speaking skill. *Lingua Cultura*, 10(1), 25-30.
- Nazara, S. (2011). Students' perception on EFL speaking skill development. *JET (Journal of English Teaching)*, 1(1), 28-43.
- Nguyen, H. N. (2021). Mobile Phones' Video Recording Tool: A Solution to Freshmen's English-Speaking Anxiety. *International Journal of Computer-Assisted Language Learning and Teaching (IJCALLT)*, 11(2), 16-32.

- Putri, R. N., & Rahmani, B. D. (2019). Students Perception on Using Video Recording to Improve Their Speaking Accuracy and Fluency. In *UICELL Conference Proceeding* (pp. 113-122).
- Qureshi, I. A. (2007). The importance of speaking skills for EFL learners. *Department of English, Alama Iqbal Open University, Pakistan. Psycholinguistics*.
- Rao, P. S. (2019). The importance of speaking skills in English classrooms. *Alford Council of International English & Literature Journal (ACIELJ)*, 2(2), 6-18.
- Suadi, S. (2020). Improving students' English-speaking skill by using their speaking video recording. *SALEE: Study of Applied Linguistics and English Education*, 1(1), 1-10.
- Wicaksono, A. (2017, August). Using Video Recording to Improve Students' Speaking Ability. In *International Conference on English Language Teaching (ICONELT 2017)* (pp. 21-24). Atlantis Press.
- Zahida, H. Y. (2021). *Efl Students' Perceptions Towards the Use of Self-Video Recording to Decrease Their Speaking Anxiety* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Relación entre la educación superior y las demandas del mercado laboral caso ESPOCH

*Relationship between higher education and the demands of the labor market*

- <sup>1</sup> Ligia Maricela Niama Rivera  <https://orcid.org/0000-0002-1818-0041>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Informática y  
Electrónica, Riobamba, Ecuador.  
[lniama@epoch.edu.ec](mailto:lniama@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Ana Lourdes Moyano Tapia  <https://orcid.org/0000-0002-5385-0506>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Informática y  
Electrónica, Riobamba, Ecuador.  
[lourdes.moyano@epoch.edu.ec](mailto:lourdes.moyano@epoch.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2022

Revisado: 21/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 19/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2233>

Cítese:

Niama Rivera, L. M., & Moyano Tapia, A. L. (2022). Relación entre la educación superior y las demandas del mercado laboral caso ESPOCH. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 129-147. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2233>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

educación superior, demanda del mercado laboral, seguimiento a graduados, necesidades de la población.

**Keywords:**

higher education, labor market demand, follow-up of graduates, population needs.

**Resumen**

**Introducción:** En un contexto social, en el que se demanda de la educación superior acciones inmediatas que contribuyan a mejorar las condiciones de vida de la población, pero con una academia que escasamente responde a las necesidades de la población, aislándose intencionalmente de la realidad, es necesario hacer un esfuerzo sustancial para evaluar la relación de la educación superior con las demandas del mercado laboral, pretendiendo descifrar de esta manera cual ha sido la contribución de la ESPOCH, como institución de educación superior, al desarrollo productivo, en un entorno que por su situación sociopolítica es altamente conflictivo.

**Objetivo:** Determinar el grado de participación en la empresa de los graduados de la educación superior, para fomentar el adelanto económico, con la implementación de nuevos emprendimientos.

**Metodología:** Para ello se propuso una investigación con enfoque cualitativo de tipo descriptivo y correlacional, se aplicó una encuesta abierta, vía online, a la cual respondieron 89 graduados de siete facultades, el instrumento fue validado con Alfa de Crombach.

**Resultados:** Los datos obtenidos se correlacionaron utilizando el estadístico de Chi cuadrado, los indicadores: El género, la facultad de procedencia, el tiempo de graduación, el tiempo de existencia del negocio, la afinidad del negocio con la carrera, la forma en la que se realizó el emprendimiento, el respaldo del título profesional y la generación de empleo. **Discusión:** De forma general, se pudo establecer que no existe una correlación estadísticamente significativa entre los aspectos relacionados a la formación académica con el mercado laboral. **Conclusión:** Se concluyó que la evaluación de graduados se realiza como cumplimiento de formalismo y se requiere de un compromiso real de la academia con sus graduados para fomentar procesos de desarrollo productivo en que se generen sinergias reales entre las necesidades más emergentes de la población y los alcances formativos de la educación superior.

**Abstract**

**Introduction:** In a social context, in which immediate actions are demanded from higher education that contribute to improving the living conditions of the population, but with an academy that barely responds to the needs of the population, intentionally isolating itself from reality, it is necessary make a substantial effort to evaluate the

---

relationship between higher education and the demands of the labor market, trying to decipher in this way what has been the contribution of ESPOCH, as an institution of higher education, to productive development in an environment that, due to its sociopolitical situation, is highly conflictive. **Objective:** Determine the degree of participation in business by higher education graduates, to promote economic advancement, with the implementation of new ventures. **Methodology:** For this, research with a qualitative, descriptive, and correlational approach was proposed, an open survey was applied, via online, to which 89 graduates from seven faculties responded, the instrument was validated with Crombach's Alpha. **Results:** The data obtained was correlated using the Chi square statistic, based on several indicators, such as gender, the faculty of origin of the graduates, the time of graduation, the time of existence of the business, the affinity of the business with the career, the way in which the entrepreneurship was carried out, the support of the professional title and the generation of employment. **Discussion:** In general, it was possible to establish that there is no statistically significant correlation between aspects related to academic training and the labor market. **Conclusion:** It was also concluded that evaluation of graduates is conducted in compliance with a formalism and that a real commitment is required from the academy with its graduates to promote a productive development process in which real synergies are generated between the most emerging needs of the population and the educational scope of higher education.

---

### Introducción

Las demandas del mercado laboral requieren una educación superior comprometida con la realidad productiva de la sociedad, para ello se deben vincular las competencias adquiridas en la universidad con los aprendizajes de la práctica profesional en el trabajo.

A partir de las iniciativas de renovación de la educación universitaria en el Ecuador ha crecido la actividad investigadora encaminada a estudiar los problemas de la relación entre la educación superior y el mundo del trabajo, buscando los vínculos existentes entre las competencias adquiridas por los graduados, en los diferentes niveles de preparación,

con las condiciones que contribuyan a la creación de un modelo óptimo que conjugue estándares educativos y profesionales (Castrillon, 2018).

La razón, es la evidente brecha existente entre la oferta del sistema de educación superior y las demandas del mercado laboral (Vera & Coral, 2017), situación que tiene su causa primera en que un egresado universitario, por el hecho de haber recibido una educación superior, no es un especialista, se convierte en tal con la práctica, y esto lleva cierto tiempo, de tal manera que, el motivo inicial de la aparición de este desequilibrio es objetivo y prácticamente irremediable (de Gottifred et al., 2018).

Es similar al problema que subyace en las diferencias entre la educación escolar y media con respecto a la educación superior. Los objetivos de la educación a nivel escolar y media difieren significativamente de los de la universidad, lo que determina la especificidad de los estereotipos de comportamiento de los sistemas que las representan. Además, los entornos educativos en los que se planifican para alcanzar estos objetivos también tienen características significativamente diferentes (Erreyes et al., 2017).

La problemática de la vinculación de la educación superior y el mundo del trabajo tiene especial importancia por dos razones, en primer lugar, surge como resultado de las diferencias en las condiciones en las que se produce la formación de las personas calificadas (Ruiz et al., 2018). El segundo es de naturaleza artificial, su aparición se debe a "inconsistencias" terminológicas en las descripciones de los requisitos para cualificaciones de la educación y para las cualificaciones profesionales, de ahí que sea importante explicar varios aspectos de la "vinculación" de la educación superior y el mundo del trabajo, identificando la naturaleza esencial de las diferencias entre las características de las competencias generadas en los procesos educativos y las competencias adquiridas en la práctica profesional, y determinar los estándares profesionales en la solución de estos problemas (Triviño et al., 2019). Naturalmente surgen una serie de dificultades a la hora de tratar de resolver estas diferencias al considerar que la descripción del estándar de nivel de aprendizajes proporcionado por la educación superior no se corresponde completamente con los criterios de competencias requeridas de un especialista para cumplir con ciertas funciones laborales (Bernate & Guativa, 2020).

#### *Niveles de interrelación entre la educación superior y el mundo del trabajo*

Con el propósito de comprender la forma de compensar la educación superior con los requerimientos laborales de la sociedad se ha visualizado una estructura jerárquica compleja, en la que los objetivos de la educación superior se han transformado hasta hacerse contradictorios con lo que se debería esperar de su condición. Sus componentes son: 1) alienación de los estándares profesionales y educativos, 2) alienación de las competencias de los egresados y funciones laborales generalizadas de los especialistas

que trabajan, 3) alienación de la cualificación profesional y la cualificación de los graduados de educación superior, así como 4) alienación del sistema de evaluación independiente de las cualificaciones y el sistema de evaluación independiente de programas educativos. Los aspectos señalados de las interrelaciones entre la educación superior y el mundo del trabajo se discutirán a continuación (Gonzalo et al., 2017).

Mejorar la calidad de la formación de especialistas y fortalecer la eficacia de los programas educativos es el objetivo principal del desarrollo e introducción de estándares profesionales (Barraza, 2018). Al mismo tiempo que, la estructura de los programas curriculares está enfocada a lograr la calidad y máxima eficiencia del trabajo de un profesional en el cumplimiento de sus funciones (Díaz et al., 2020).

Sin embargo, las universidades ecuatorianas se enfrentan, cada vez, con mayor frecuencia a un fenómeno social que afecta considerablemente la vida del país: el “desempleo” entre los graduados (Bustamante et al., 2020), produciéndose como efecto la alienación de los estándares profesionales y educativos, que se constituye principalmente en un problema para las organizaciones educativas. Mientras tanto, el desarrollo de las normas profesionales está supervisado por el Ministerio de Trabajo o por la participación de representantes de grandes empleadores, en particular de industriales y empresarios. Por lo tanto, los representantes de los empleadores deben participar cada vez más en zanjar las divergencias entre la estructura de los programas curriculares y los requerimientos laborales (Hernández et al., 2021).

Los estándares profesionales se construyen en el contexto de funciones laborales específicas y responsabilidades laborales, cada una de las cuales está asociada con un conjunto determinado de competencias. La función laboral involucra algunas acciones profesionales, para cuyo desempeño el empleado debe tener los conocimientos y habilidades requeridas. Sin embargo, en el Código de Trabajo (2015), no se hace referencia a un estándar profesional como una característica de las cualificaciones necesarias para que un empleado lleve a cabo actividades profesionales de cierto tipo, incluso para realizar una función laboral específica.

Esto implica una conclusión muy importante de que la lista de posibles responsabilidades laborales de un empleado no considera al concepto de “cualificación” y, por lo tanto, no está incluida en las características de las calificaciones, es decir, en el estándar profesional. Por lo tanto, en la práctica actual, no existen bases legales para la aplicación de un estándar profesional cuando el empleador determina las obligaciones laborales de los empleados. Además, como se señaló anteriormente, las normas profesionales no se corresponden con la definición de las cualificaciones de un empleado en el Código de Trabajo. Por lo tanto, se debería trabajar en la cuestión de realizar cambios en los estándares profesionales, incluso con miras a revisar significativamente su contenido (en

particular, teniendo en cuenta la tarea de hacer coincidir los requisitos de los estándares profesionales con los estándares educativos) (Bernate & Guativa, 2020).

Particularmente sensible, es el problema de la interconexión del estándar educativo que manejan las universidades a nivel de pregrado con los estándares profesionales requeridos por la sociedad (Gonzalo et al., 2017). La educación superior en este nivel es un instrumento de una estrategia de mediano plazo para la formación de personal. Por lo tanto, la educación superior a nivel de pregrado no debe tener más que orientarse profesionalmente. Al mismo tiempo, teniendo en cuenta el “perfil” de este tipo de programas y la necesidad de contratar a sus egresados, existe una necesidad urgente de reorientar rápidamente el sistema de educación con una complementariedad vocacional, fortaleciéndolos a través de la integración de estrategias para el desarrollo de competencias profesionales adicionales en la etapa final del currículo. De esta manera los estudiantes podrán tener la oportunidad, mientras aún se encuentran en las aulas, de completar un programa educativo básico de educación superior, de recibir, además de un título académico una calificación profesional adicional, que responda a las necesidades inmediatas del mercado laboral (Maggi & Paredes, 2017).

Con el propósito de mejorar las interrelaciones entre la educación superior y el mundo del trabajo es necesario que el empleador potencial vea en las universidades la oportunidad para encontrar al personal con las cualificaciones requeridas. Por lo tanto, los estándares profesionales deben diseñarse sobre la base de principios estandarizados (Ruiz et al., 2018).

La base de los estándares profesionales debe sustentarse en los requisitos de calificación para el empleado, en forma de conocimientos, habilidades y competencias, clasificados por niveles (Vera & Coral, 2017). Y luego, el estándar profesional podría considerarse como un documento normativo que determina el nivel de calificación de un empleado, lo que le permite realizar deberes profesionales de acuerdo con los requisitos de un trabajo en particular. Un requisito previo para una solución constructiva al problema de combinar estándares profesionales y educativos es el “vínculo” de las competencias del graduado y las funciones laborales generalizadas del especialista en un determinado trabajo. Este tema se analiza en la siguiente sección (Orozco et al., 2020).

### Metodología

La metodología utilizada para esta investigación tiene un enfoque cualitativo, con un diseño no experimental, el tipo de investigación fue descriptiva y correlacional, tomando en cuenta que se analizó la situación de los graduados de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo (ESPOCH, para el efecto se propuso una encuesta abierta, vía online, dirigida a graduados, se comunicó a través de redes sociales y correo electrónico a los graduados, especialmente a aquellos que habían culminado sus carreras entre el 2006 y el

2020, de esta convocatoria, tuvo respuesta de 89 graduados pertenecientes a las facultades siguientes: Facultad de Administración de Empresas, Facultad de Ingeniería Pecuaria, Facultad de Informática y Electrónica, Facultad de Ciencias, Facultad de Recursos Naturales, Facultad de Mecánica y la Facultad de Salud Pública.

Previo la aplicación de la prueba se consideró un instrumento de encuesta con, el cuestionario se construyó con 10 preguntas de datos generales y 18 preguntas sobre datos puntuales de emprendimientos, se aplicó una prueba piloto, los resultados fueron sujetos a un análisis de Alfa de Crombach de  $P = 0,89 < 1$ , lo que dio fiabilidad del cuestionario.

La aplicación de la encuesta se realizó en línea. Los resultados obtenidos fueron organizados y sistematizados en el software SPSS versión 26. Se realizó un análisis de estadísticos descriptivos para determinar la situación actual de negocios emprendidos por los graduados. se consideraron las preguntas relacionadas a determinar el género de los emprendedores, las facultades de procedencia de los graduados, el tiempo de graduados, el tiempo de existencia del negocio, la afinidad de los negocios a la carrera, la forma en la que se realizó el emprendimiento, el nivel de respaldo del título en relación con la formación del negocio. Para entender la dinámica de relación de la universidad con los emprendimientos individuales se correlacionaron los datos, utilizando el estadístico de Chi cuadrado.

### Resultados

Generalmente, la conjugación de las competencias de un especialista con las de un egresado de la universidad se consideran como uno de los mecanismos para actualizar los estándares educativos en base a los estándares profesionales. Este argumento que puede ser una solución al problema de vinculación implicaría cambios regulatorios y legales en los sistemas de la educación superior.

En la actualidad la competencia de un empleado es interpretada como una combinación de sus cualidades profesionales y el nivel de sus cualificaciones, necesarias para la solución exitosa de las tareas laborales y de oficina a las que se enfrenta, el desempeño de alta calidad y libre de errores de sus funciones laborales y de convivencia con sus compañeros de trabajo tanto en situaciones ordinarias como extremas.

Cabe señalar que, entre los empleadores, la disponibilidad de competencias profesionales y sociales de un empleado se considera primordial. Sin embargo, la comprensión de la definición de competencias desde el punto de vista formativo y laboral son diferentes, ya que los profesores teóricos se basan en los principios de los procesos de la gestión educativa, y se expresan a través del cumplimiento de los contenidos de la malla curricular, en cambio para los empleadores, por el contrario, son las funciones laborales generalizadas.

La encuesta realizada considero a 89 graduados de la escuela Politécnica del Chimborazo, de siete facultades, entre 2010 y el 2020. De los que el 55,1% eran hombres y 44,9% mujeres, encontrándose que no existen diferencias importantes de género con respecto a la capacidad de respuesta de los egresados que es similar al porcentaje promedio de estudiantes por género que se han graduado en la ESPOCH en los últimos 10 años que es de 52,3% hombres y 47,7% mujeres, de lo que se deduce que las acciones orientadas a emprendimientos se fomentan desde las capacidades profesionales, antes que desde las oportunidades que pueden o no influir por la situación de género.

Se consideraron algunos datos que permitan tener los elementos de juicio necesarios para considerar las posibles relaciones que pueden existir entre la educación superior y las demandas laborales que se generan desde la acción de los graduados, se reporta que el mayor porcentaje corresponden al periodo de entre 2016 al 2020. La facultad de Administración de Empresas se presenta con el mayor porcentaje 32,6%. las otras seis facultades en porcentajes casi idénticos de entre el 10,1 % a 12,4%,

En relación, al tiempo de existencia, se reportó que una gran mayoría 41,6% de los negocios tienen menos de un año, un promedio de 16% entre dos y tres años, desde 4 a hasta 6 años menos del 12,3%, solo el 12,4% de los encuestados, supera en 6 años la existencia de sus negocios. En relación con la relación de los negocios en funcionamiento con la profesión de los encuestados, el 77,5% son afines a la carrera. Con respecto a la forma del negocio, 48,3% de los encuestados emprendieron sus negocios individualmente, 30,3% son negocios familiares, el 16,9% son sociedades y apenas 4.5% comunitarios.

Sobre cuánto les respaldó el título profesional para la implementación del emprendimiento. El 43,8% aseguro que nada, 21,3% aseguraron que totalmente 34,8% afirmaron que los títulos profesionales les respaldaron mediana y escasamente. Un dato muy importante es la cantidad de plazas que han sido capaces de generar desde sus negocios, reportándose que el 76,4% tiene de 1 a 5 trabajadores directos, 12,4% de 6 a 10, de 11 a 15 trabajadores 5,6% y en el mismo porcentaje más de 26 trabajadores.

La correlación entre los factores propuestos permite entender la dinámica que genera la educación superior en un periodo determinado, se propone a continuación los resultados obtenidos del análisis.

**Tabla 1**
*Análisis correlacional con la variable tiempo de graduado*

Correlación	Valor de Chi Cuadrado de Pearson	Grados de Libertad	Nivel de Significancia
Tiempo de Graduado /Tiempo de existencia del Negocio	44, 926	25	,009
Tiempo de Graduado / Forma del Negocio	27, 622	15	,024
Tiempo de Graduado / Plazas Generadas	40, 579	20	,004
Tiempo de Graduado / Respaldo del Título	22,253	15	,101

**Fuente:** Encuestas Graduados ESPOCH

Los resultados reportados del análisis del estadístico de Chi Cuadrado de Pearson demuestran que existe una relación estadísticamente significativa entre el tiempo de graduados, con el tiempo de existencia del negocio, las formas de negocio y las plazas que genera el negocio, en el caso de la relación entre el tiempo de graduado y el respaldo del título para comenzar su negocio se observa un Chi cuadrado de Pearson de 22,253 con 15 grados de Libertad y un valor P de significancia de 0.101 > a 0,05 lo que significa que no existe una correlación significativamente importante entre estas dos variables.

**Tabla 2**
*Análisis correlacional con la variable tiempo de existencia del negocio*

Correlación	Valor de Chi Cuadrado de Pearson	Grados de Libertad	Nivel de Significancia
Tiempo de existencia del Negocio / Genero	6,362	5	,273
Tiempo de existencia del Negocio / Facultad	43,041	30	,058
Tiempo de existencia del Negocio / Forma del Negocio	16,700	15	,337
Tiempo de existencia del Negocio / Plazas Generadas	31,089	20	,054
Tiempo de existencia del Negocio / Respaldo del Título	18,035	15	,261

**Fuente:** Encuestas Graduados ESPOCH

Los resultados del análisis correlacional de la variable tiempo de existencia del negocio indican que ninguna de las variables comparadas tiene una relación estadísticamente significativa con ella, lo que se puede observar en la Tabla 2, eso significa que el género de los empresarios no se relaciona con el tiempo de existencia de la empresa, esto es que

el hecho de ser hombre o mujer no condiciona de ninguna manera el tiempo en que se mantiene en funcionamiento un emprendimiento.

Relacionando el tiempo de negocio con la facultad, también se puede observar que no existe una relación estadísticamente importante como para asegurar que la facultad de la que proviene el emprendedor condiciona el tiempo de existencia de su negocio.

Entre la forma del negocio y el tiempo de existencia tampoco existe una correlación significativa lo que implica que la duración del emprendimiento no está relacionada con el hecho de ser individual, familiar, asociativo o comunitario. Comparando el tiempo de negocio, con la variable de las plazas que genera, se observa que no existe una relación estadísticamente significativa entre estas dos variables, La variable tiempo de la existencia del negocio se correlaciona con la variable de respaldo del título, observándose que tampoco existe una relación significativa, es decir que el título obtenido en la universidad no es una garantía para mantener un negocio durante un determinado periodo de tiempo.

**Tabla 3**

*Análisis correlacional con la variable forma del negocio*

Correlación	Valor de Chi Cuadrado de Pearson	Grados de Libertad	Nivel de Significancia
Forma del Negocio / Genero	,706	3	,872
Forma del Negocio / Facultad	27,833	18	,065
Forma del Negocio / Plazas Generadas	19,657	12	,074
Forma del Negocio / Respaldo del Título	7,554	9	,580

**Fuente:** Encuestas Graduados ESPOCH

La forma de negocio, considerando los factores personal, familiar, asociativo y comunitario, se correlaciono con la variable de género, determinándose un valor de Chi cuadrado con 3 grados de libertad y un P valor de  $0.872 > 0,05$  lo que significa que la forma de negocio no tiene una relación significativamente importante con el género del emprendedor, lo que quiere decir que el hecho de ser hombre o mujer no condiciona de ninguna manera a la forma como se estructuro el emprendimiento.

En la correlación entre la forma del negocio y la facultad en la que se graduó el emprendedor se estableció un chi cuadrado de 27,833 con 18 grados de libertad y un valor de  $P = 0,65$ , lo que quiere decir que no existen una relación estadística significativamente importante entre estas dos variables, por lo que la facultad en la que se graduó el emprendedor no determina la forma como estructuro el negocio.

En la correlación entre la variable de la manera en la se formó el negocio y la variable que analiza las plazas que genera el emprendimiento, no existe tampoco una relación estadísticamente significativa encontrándose un Chi cuadrado de 19,657, con 12 grado de libertad y un valor de  $P = 0,074 > 0,05$ , entendiéndose que la forma en la que se realizó el emprendimiento, particular, asociativo, grupal o comunitario no incide en el número de plazas que este pueda generar.

Al analizar si existe una correlación estadísticamente significativa entre las variables de la forma en la que se realizó el negocio y si el titulo fue un respaldo, se encontró un valor de chi cuadrado de 7,554, con 9 grados de libertad y valor de  $P = 0,580 > 0,05$  lo que significa que el titulo no influyo de ninguna manera en la forma en la que se realizó el emprendimiento.

**Tabla 4**

*Análisis correlacional plazas generadas*

Correlación	Valor de Chi Cuadrado de Pearson	Grados de Libertad	Nivel de Significancia
Plazas Generadas / Genero	6,043	4	,196
Plazas Generadas / Facultad	29,811	24	,191
Plazas Generadas / Respaldo del Titulo	19,825	12	,070

**Fuente:** Encuestas Graduados ESPOCH

En la Tabla 4 se analizan los resultados obtenidos del análisis correlacional de la variable plazas generadas con la variable género, encontrándose un valor de Chi cuadrado de 6,043 en 4 grados de libertad, con un valor  $P = 0,196 > 0,05$  lo que indica que el género del emprendedor no se relaciona con las plazas generadas en el emprendimiento. En la relación entre la variable de plazas generadas con la facultad en la que se graduó el emprendedor se encuentra un chi cuadrado de 29,811, con 24 grados de libertad y un valor de  $P = 0,191 > 0,05$ , lo que significa que no existe una evidencia estadísticamente significativa que asegure que la facultad en la que se graduó el emprendedor se relaciona con las plazas que genera el emprendimiento.

En la Tabla 4 también se encuentra el análisis correlacional entre la variable de plazas generadas con el respaldo del título, reportándose un Chi cuadrado de 19,825 con 12 grados de libertad y un valor de  $P = 0,70 > 0,05$  lo que significa que no hay evidencia estadísticas significativas para asegurar que existe relación entre el título profesional y el número de plazas generadas en el emprendimiento.

**Tabla 5**
*Análisis correlacional del respaldo del título*

Correlación	Valor de Chi Cuadrado de Pearson	Grados de Libertad	Nivel de Significancia
Respaldo del título/ Genero	11,651	3	,009
Respaldo del título / Facultad	25,572	18	,110

**Fuente:** Encuestas Graduados ESPOCH

El análisis correlacional de respaldo de título en relación con el género, se determinó un valor de Chi Cuadrados de 11,651, con 3 grados de libertad y un valor  $P = 0,009 < 0,05$ , determinándose que existe una correlación estadísticamente significativa entre estas variables, por lo que se puede decir que el género incide en el respaldo del título. Finalmente, la correlación entre la variable de respaldo de título con la facultad de procedencia de los emprendedores reporta un valor de Chi Cuadrado de 25,575 con 18 grados de libertad y un valor  $P = 0,110 > 0,05$ , lo que significa que la facultad de donde proviene el emprendedor no incide en el título como respaldo para realizar un emprendimiento.

### Discusión

Las transformaciones sociales efecto de los cambios económicos y tecnológicos por los cuales ha atravesado el Ecuador en los últimos veinte años, han transformado considerablemente la estructura laboral (Pérez & Hurado, 2019), los actuales indicadores productivos proyectados desde la agenda de desarrollo nacional (Donoso & Morocho, s.f.). implican urgentes modificaciones en el planteamiento y la forma de articular las reales necesidades de la población con la educación superior (Ruiz et al, 2018).

En la interrelación del Estado con la universidad, la educación superior ha ido tomando fuerza, como un actor de desarrollo nacional (Orozco et al., 2020), para lograr este objetivo la academia ha propuesto estrategias que posibilitan reflexionar sobre el impacto de su accionar y la identificación de nuevas exigencias formativas vinculadas a los diferentes campos en los que se puede aplicar el ejercicio profesional, proponiéndose como una de los principales retos evaluar la pertinencia de las diferentes carreras profesionales (Maggi & Paredes, 2017). En este contexto, las instituciones encargadas de la evaluación y la acreditación de la educación a este nivel demandan de las instituciones que desarrollen sistemas de evaluación, dentro de los cuales el seguimiento a los egresados es un para fundamental de este proceso (Ley Orgánica de Educación Superior [LOES], 2010).

En la actualidad, el seguimiento a graduados es un componente importante en la administración de las instituciones de educación superior, de acuerdo con Garzón (2018),

esto permite la regularización de los sistemas de gestión de la calidad y la planificación de procesos que inciden en la evaluación para la acreditación y procesos de mejoramiento continuo de la educación. En el contexto de las universidades ecuatorianas, este proceso ha hecho posible en los últimos años el acceso a información vinculada al desempeño profesional de los graduados, la capacidad de emprender que han demostrado, pero sobre todo se ha constituido en una fuente de información que permite visualizar la calidad de la educación que estos profesionales han recibido, así como las nuevas demandas del mercado laboral y los requerimientos del medio social (Martín et al., 2017).

El seguimiento a graduados se incluyó en la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES, 2010), a través del CEAACES organismo que se encarga de asegurar la calidad de la Educación y que permanentemente está evaluando a las instituciones de educación superior del país, en el modelo que ha implementado utiliza un indicador particular relacionado al sistema de seguimiento a graduados, específicamente en el artículo 26, considera que las Instituciones de Educación Superior a través de la Secretaria Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) diseñaran los procedimientos que sean necesarios para el diseño de un sistema de seguimiento a graduados que formara parte del Sistema Nacional de Información de Educación Superior de Ecuador.(SNIESE), en función de este marco regulatorio, todas las universidades e institutos tecnológicos tiene la obligación de realizar un seguimiento a graduados (Pallartoso & García, 2019).

Este requerimiento de acreditación ha tenido ya un proceso importante de maduración y se manifiesta en las universidades ecuatorianas con diferentes niveles de respuesta, en muchas universidades se ha asumido con gran entusiasmo, como es el caso de la ESPOCH que ya en el año 2008 publico los primeros resultados de un seguimiento a graduados, como una iniciativa previa a la imposición de la normatividad, el estudio se fundamentó en la aplicación de una encuesta a 5.500 estudiantes de seis promociones, el estudio resulto complejo en función de la dificultad de acceso a la información que refiere a la ubicación de los estudiantes ( situación similar a lo que sucede actualmente, a pesar de que los medios tecnológicos han facilitado el trabajo), se aplicó una muestreo aleatorio estratificado; el cuestionario aplicado considero aspectos relacionados a la inserción laboral, conformidad con el nivel de conocimientos recibidos, relación entre los requerimientos del mercado laboral con la formación científica y tecnológica recibida (Morueta et al., 2015).

Murueta y sus colegas aseguran que, sin embargo, de que se obtuvo una importante base de datos, el tratamiento que se le dio a la información fue muy general, por lo que el estudio en realidad nunca fue utilizado como referente para el diseño curricular de la ESPOCH, además la muestra representaba a la Institución de educación superior antes que a las carreras ofertadas

El problema de la generalización de la información se presentó como una situación recurrente en muchas universidades en el Ecuador, así el caso de un estudio de seguimiento a graduados realizado en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), reportado por Cedeño et al. (2016), en el que se asegura que el principal problema es el muestreo, que es aleatorio estratificado en el que los estratos son las titulaciones, obteniéndose, de la misma manera que en el caso de la ESPOCH una muestra representativa a nivel de Universidad, pero no a nivel de carrera, sin embargo de que el estudio de la ULEAM se fundamenta en un muestra de 974 egresados, definitivamente los resultados no contribuyeron significativamente a sostener los aspectos específicos de la carrera, sumado a ello, se indica que en el estudio no se hace un tratamiento de transversalidad, por lo que no se maneja el control tiempo, aspecto elemental en el contexto de inserción laboral y generación de emprendimiento.

En un análisis realizado por Chávez et al. (2020), sobre la inserción laboral de graduados de la ESPOCH en la especialidad de Contabilidad y Arquitectura en empresas de Riobamba, Ecuador, sitio en el que se encuentra este centro de educación superior, se encontró que en el periodo de marzo a septiembre del 2020 ingresaron a trabajar 27 graduados al sector público, 14 al nivel privado en empresas privadas. Comparado con el mes de septiembre del mismo año donde se encontró que 4 graduados ingresaron a la empresa pública, un graduado a empresas privadas y también uno a la empresas mixtas, como conclusión los autores de la investigación sostienen que el bajo nivel de ingresos al sistema laboral se debe a la situación mundial devenida por la pandemia de COVID 19, sin embargo es un reflejo de lo que sucedía antes de este problema, se asegura que la educación superior en el Ecuador prepara a los estudiantes para ingresar a trabajar directamente a la burocracia, bajo dependencia del Estado o, en su defecto como fuerza laboral en empresas privadas, que en realidad son muy pocas (Pérez et al, 2017), situación que se debe a que difícilmente los graduados se manifiestan muy escasamente en promover emprendimientos propios, que permitan, generar nuevas plazas de trabajo (Contreras & Wilches, 2017). En esta investigación se observó que no existe una relación significativamente estadística entre los emprendimientos y la capacidad laboral que generan.

Las investigaciones citadas, han hecho posible tener un criterio que permite confrontar algunas ideas relacionadas a la inserción laboral de los graduados en el área profesional y la generación de emprendimientos productivos, así como tener una idea de lo que requiere el sector productivo sobre la percepción de la demanda de profesionales y las competencias necesarias para que se desempeñen favorablemente en el campo laboral.

Al Igual que los estudios propuestos, el presente trabajo de investigación es de carácter indagativo, sin embargo permite apreciar aspectos interesantes relacionados a la inserción y al desempeño laboral, con el propósito de evaluar y hacer una retroalimentación para

mejorar los programas curriculares que han sido proporcionados a los estudiantes , pero que sin embargo han demostrado carecer de interrelación y sistematización, con una carencia importante de elementos teóricos y metodológicos fundamentales.

El seguimiento a graduados, ha demostrado ser un proceso cuyos resultados no han hecho posible llegar a un juicio valorativo que permita entender el alcance que persiguen los propósitos y objetivos de las carreras universitarias en relación a las necesidades laborales y los requerimientos productivos de los entornos inmediatos, teniendo como resultado información incompleta y limitando la capacidad de toma de decisiones a los actores académicos, produciéndose un desfase epistemológico de las ciencias pedagógicas que definitivamente no son consecuentes con la información recolectada de los graduados y que contribuya a la construcción de esquemas educativos que propenda a una formación profesional, más allá de campus universitario (Cedeño et al., 2016).

La dificultad con la que se encuentra el proceso de seguimiento a graduados desde la perspectiva del análisis realizado implica aspectos como: Dificultad para localizar a los graduados, a pesar de las ventajas que las innovaciones tecnológicas proporcionan. La limitada información teórica y metodológica, vinculada al análisis y evaluación de egresados, razón por la que muchas universidades ecuatorianas, cumplen con este requisito activando una encuesta una vez para cada periodo, arman una comisión que se encarga de sistematizar los datos, son presentados con análisis superficiales a los organismos de control y los datos obtenidos no son tomados como una fuente de información para incidir en el mejoramiento curricular. Por otro lado, desde los organismos estatales no se plantea con claridad cuáles son los fundamentos que deben guiar la evaluación de egresados. Concibiéndose a la evaluación como un formalismo, limitado por periodos de tiempo.

### Conclusiones

- La importancia y validez de la investigación de estudios de seguimiento a graduados tiene objetividad en la medida en la que genera espacios para la reflexión y el análisis en función de la vinculación de la academia con la demanda del mercado laboral. Que se hace visible a través de la pertinencia de la planificación curricular que se desarrollan al interior de las instituciones de educación superior y que debe reflejarse en el mejoramiento permanente de la calidad de la enseñanza, en función de las necesidades de la sociedad.
- Del análisis realizado, se ha establecido que la evaluación de egresados hace posible el entendimiento del impacto de los procesos formativos llevados a cabo durante los periodos de enseñanza y adiestramiento a los estudiantes y que los conocimientos adquiridos tienen pertinencia. Pero también los resultados obtenidos se constituyen en información útil para la valoración del entorno laboral y socio productivo y que refleja las necesidades más urgentes de la población.

- Considerar la importancia de la información que se produce desde el análisis de la vinculación de la universidad con la sociedad a través de los resultados laborales y el desarrollo de emprendimientos propiciados por los graduados, implica que la academia asuma con mayor responsabilidad estos procesos asignándoles los recursos necesarios para promover la generación de elementos teóricos y metodológicos que sean capaces de garantizar proceso de investigación con impacto. Y que certifiquen la pertinencia y alcance de los objetivos de las instituciones de educación superior.

### *Referencias Bibliográficas*

- Barraza, E. (2018). Gestión educativa basada en un sistema de calidad en instituciones de educación universitaria. *Revista Docencia Universitaria*, 19(1), 53-73. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/7847>
- Bernate, A., & Guativa, A. (2020). Desafíos y tendencias del siglo XXI en la educación superior. *Revista de ciencias sociales*, 26(2), 141-150. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7599937>
- Bustamante, Y., Ruiz, R., Suarez, A., & Santillana, L. (2020). El desempleo en el ecuador: causas y consecuencias. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 5(10), 774-797. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7659441>
- Castrillon, A. (2018). Modelo para el Seguimiento y Acompañamiento a Graduados (SAG), una visión holística de la gestión de la calidad de la educación superior. *Educación*, 27(52), 201-218. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/educacion/article/view/19926>
- Cedeño, G., Villafane, M., & Gómez, E. (2016). Regularidades del proceso de evaluación de la formación de los profesionales en universidades ecuatorianas. *Revista de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, Cognosis.*, 1(4), 1-14. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185276015000667>
- Código de trabajo (18 de octubre de 2015) Asamblea Nacional. Lexis <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2015/03/CODIGO-DEL-TRABAJO-1.pdf>
- Contreras, J., & Wilches, S. (2017). Educación superior y la formación en emprendimiento interdisciplinario: un caso de estudio. *Formación universitaria*, 10(3), 11-20. [https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062017000300003&script=sci\\_arttext&tlng=en](https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50062017000300003&script=sci_arttext&tlng=en)

- Chávez, W., Álvarez, G., & Hidalgo, A. (2020). Análisis de la inserción laboral de los profesionales en Contabilidad y Auditoría-ESPOCH periodo 2018-2020 en empresas de Riobamba. *Dominio de las Ciencias*, 6(5), 397-411. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8385983>
- de Gottifred, A., Figeroa, M., & Sauriet, M. (2018). Universidad y sociedad. Rupturas y desequilibrios. *Cuadernos de Humanidades* (11), 83-92. <http://portalderevistas.unsa.edu.ar/ojs/index.php/cdh/article/viewFile/570/551>
- Díaz, C., Reyes, M., & Bustamante, K. (2020). Planificación educativa como herramienta fundamental para una educación con calidad. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25(3), 87-95. <https://www.redalyc.org/journal/279/27963600007/27963600007.pdf>
- Donoso, D., & Morocho, R. (s.f.). Innovación sustentable: un camino al desarrollo productivo del Ecuador. *Innova Research Journal*, 3(5), 29-44. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6778643>
- Erreyes, M., García, M., & Zurita, G. (2017). La realidad educativa ecuatoriana desde una perspectiva docente. *Revista iberoamericana de educación*, 75(2), 9-20. <https://rieoei.org/RIE/article/view/2629>
- Garzón, A. (2018). Modelo para el seguimiento y acompañamiento a graduados (SAG), una visión holística de la gestión de la calidad de la educación superior. *Educación*, 27(52), 201-218. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.18800/educacion.201801.011>
- Gonzalo, V., Sobrino, R., Benítez, L., & Coronado, A. (2017). Revisión sistemática sobre competencias en desarrollo sostenible en educación superior. *Revista iberoamericana de educación*, 73, 85-108. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/174749>
- Hernández, A., Ordoñez, P., Granda, C., & Pereira, G. (2021). Ecuador: Determinantes de la Tasa de Desempleo periodo 1990-2020. *Dominio de las Ciencias*, 7(4), 433-452. <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2101>
- Ley Organiza de Educación Superior [LOES]. (2010). Lexis. [https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/LEY\\_ORGANICA\\_DE\\_EDUCACION\\_SUPERIOR\\_LOES.pdf](https://www.educacionsuperior.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/LEY_ORGANICA_DE_EDUCACION_SUPERIOR_LOES.pdf)
- Maggi, R., & Paredes, D. (2017). El rol de la pertinencia en la evaluación de carreras universitarias en el Ecuador. *Revista Ciencias Pedagógicas e Innovación*, 5(3), 1-9. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.26423/rcpi.v5i3.145>

- Martín, M., García, N., Nieto, M., & Jara, M. (2017). Seguimiento a graduados de la Carrera de Enfermería de la Universidad Técnica de Ambato. *Enfermería Investiga*, 2(1), 23-27. <http://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/enfi/article/view/464>
- Morueta, T., Tejada, R., & Cedeño, G. (2015). Implementación institucional de un modelo cooperativo para el seguimiento a graduados en Ecuador. *Revista de la educación superior*, 44(173), 125-156. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185276015000667>
- Orozco, E., Jaya, A., Ramos, F., & Guerra, R. (2020). Retos a la gestión de la calidad en las instituciones de educación superior en Ecuador. *Educación Médica Superior*, 34(2), 34(2). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412020000200019](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412020000200019)
- Pallartoso, R., & García, I. (2019). Seguimiento a graduados: importancia y principales experiencias internacionales. Enálisis del Tópico en el República del Ecuador. *Revista: Caribeña de Ciencias Sociales*: <https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/07/seguimiento-graduados-ecuador.html>
- Pérez, F., Pérez, M., & Chávez, I. (2017). El modelo de emprendimiento universitario y el entorno empresarial en la zona tres de la República del Ecuador. *Revista Publicando*, 4(12), 703-727. <https://core.ac.uk/download/pdf/236644569.pdf>
- Pérez, P., & Hurado, C. (2019). Subempleo en el mercado laboral juvenil en Ecuador. *Revista nuestra América*, 7(13), 265-280. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6809042>
- Ruiz, L., Martínez, T., & Céspedes, D. (2018). Desafíos de la educación superior. Consideraciones sobre el Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 3(2), 8-16. [https://doi.org/DOI: https://doi.org/10.33890/innova.v3.n2.2018.617](https://doi.org/DOI:https://doi.org/10.33890/innova.v3.n2.2018.617)
- Triviño, E., García, C., & Cevallos, P. (2019). Competencias profesionales: Desafíos en el proceso de formación profesional. *Opuntia Brava*, 11(1), 1-12. <https://pdfs.semanticscholar.org/f53f/1e46b8ee9f626e9a230d8d69deb62eaab7d0.pdf>
- Vera, S., & Coral, M. (2017). Calidad en la educación superior. Conferencia Nacional “Educación Superior en el Ecuador. Investigaciones para una Nueva Agenda de Cambios Necesarios” \* (pp. 1-30). Quito: Universidad Simón Bolívar. <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/5365/1/CONF-ESE-08-Varea-Coral-Calidad.pdf>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## La educación en tiempos de pandemia del COVID-19 y su incidencia en el desarrollo de habilidades sociales e inteligencia emocional

*Education in times of the covid-19 pandemic and its impact on the development of social skills and emotional intelligence*

- <sup>1</sup> Luis Henry Gusqui Cayo  <https://orcid.org/0000-0002-7460-5825>  
Docente del Instituto Superior Tecnológico Riobamba  
[henry.nach@hotmail.com](mailto:henry.nach@hotmail.com)
- <sup>2</sup> Yesenia Dalila Amaguaña Huebla  <https://orcid.org/0000-0001-6680-7710>  
Docente del Instituto Superior Tecnológico Riobamba  
[yeseniadali@gmail.com](mailto:yeseniadali@gmail.com)
- <sup>3</sup> Ana Cecilia Aguagallo González  <https://orcid.org/0000-0003-2346-2649>  
Docente del Instituto Superior Tecnológico Riobamba  
[aleciona\\_27@yahoo.es](mailto:aleciona_27@yahoo.es)
- <sup>4</sup> Tania Leonor Parra Proaño  <https://orcid.org/0000-0002-1597-0080>  
Rectora del Instituto Superior Tecnológico Riobamba  
[tania201268@yahoo.es](mailto:tania201268@yahoo.es)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2022

Revisado: 21/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 20/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2236>

Cítese:

Gusqui Cayo, L. H., Amaguaña Huebla, Y. D., Aguagallo González, A. C., & Parra Proaño, T. L. (2022). La educación en tiempos de pandemia del COVID-19 y su incidencia en el desarrollo de habilidades sociales e inteligencia emocional. *Conciencia Digital*, 5(3.1), 148-161.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2236>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

inteligencia emocional, habilidades sociales, rendimiento académico, educación, COVID-19.

**Resumen**

**Introducción.** La educación en tiempos de pandemia del covid-19 ha provocado el cambio de modalidad de presencial a virtual que ocasiona preocupación de los padres de familia y autoridades de las instituciones educativas a nivel superior técnico y tecnológico sobre los problemas de rendimiento académico de los estudiantes. **Objetivo.** Se realizó la determinación de la relación entre las habilidades sociales, inteligencia emocional con el rendimiento académico de los estudiantes de Servicios asistenciales de salud, estimulación temprana, regencia en farmacia y rehabilitación física del IST Riobamba. **Metodología.** Se desarrolló un estudio descriptivo-correlacional entre las variables habilidades sociales, inteligencia emocional y rendimiento académico. La población fueron 64 estudiantes de las distintas carreras del área de Salud. Para seleccionar la muestra se utilizó un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional con un nivel de confianza del 95% que corresponde a un valor de  $z = 1.96$ . Los instrumentos de recolección de datos que se utilizó fueron fue la escala de habilidades sociales de Arnold Goldstein que contiene 50 ítem con escala de Likert con las siguientes categorías: 1) nunca; 2) Muy pocas veces; 3) Alguna vez; 4) A menudo y 5) Siempre, con seis subdimensiones habilidades: Habilidades Sociales Básicas, Habilidades sociales avanzadas, Habilidades relacionadas con los sentimientos, Habilidades alternativas a la agresión, Habilidades para hacer frente al estrés y Habilidades de planificación. Para medir el estado emocional de TMMS-24, contienen tres dimensiones en función de la inteligencia emocional: Percepción emocional, Comprensión de sentimientos y Regulación emocional, cada uno de los ítems contiene una escala de Likert: 1) Nada de acuerdo; 2) Algo de acuerdo; 3) bastante de acuerdo; 4) Muy de acuerdo; 5) Totalmente de acuerdo. **Resultado.** Se determinó que el 4.7% de los alumnos han reportado un nivel bajo en las HSB. En cuanto a las habilidades sociales avanzadas, se reportó que el 51.6% presenta un nivel bueno, mientras que el 4.7% muestran problemas para pedir ayuda, participar, dar y seguir instrucciones. El 10.9% presentan problemas en conocer y expresar sus propios conocimientos, comprender los sentimientos de los demás, enfrentarse con enfado de otro. El 7.8% presentan problemas para compartir con sus pares y el 6.3% presentan problemas para

panificar. En cuanto a la percepción emocional de los estudiantes demuestran que el 45.3% presentan poca atención, el 50.0% tienen problemas en la comprensión y el 40,63% tiene dificultades en la regulación de las emociones **Conclusión.** Los resultados de la investigación precisan que existe correlación entre las habilidades sociales, inteligencia emocional y el rendimiento académico obtenido por los estudiantes que recibieron clases en la modalidad virtual durante la pandemia del covid-19.

**Keywords:**

emotional intelligence, social skills, academic performance, education, COVID-19.

**Abstract**

**Introduction.** Education in times of the covid-19 pandemic has caused the change from face-to-face to virtual modality, which has caused concern among parents and authorities of educational institutions at a higher technical and technological level about the problems of academic performance of students. **Objectives.** The determination of the relationship between social skills, emotional intelligence with the academic performance of the students of Health Assistance Services, early stimulation, reGENCY in pharmacy and physical rehabilitation of the IST Riobamba was conducted. **Methodology.** A descriptive-correlational study was developed between the variable's social skills, emotional intelligence, and academic performance. The population was 64 students from the different careers in the health area. To select the sample, a stratified random sampling with proportional allocation was used with a confidence level of 95%, which corresponds to a value of  $z = 1.96$ . The data collection instruments used were the Arnold Goldstein social skills scale that contains 50 items with a Likert scale with the following categories: 1) never; 2) Very rarely; 3) ever; 4) Often and 5) Always, with six skills subdimensions: Basic Social Skills, Advanced Social Skills, Skills Related to Feelings, Alternative Aggression Skills, Skills for Coping with Stress and Planning Skills. To measure the emotional state of the TMMS-24, they contain three dimensions based on emotional intelligence: Emotional Perception, Understanding of Feelings and Emotional Regulation, each of the items contains a Likert scale: 1) Not at all in agreement; 2) Somewhat agree; 3) Quite agree; 4) Strongly agree; 5) Totally agree. **Results.** It was determined that 4.7% of the students have reported a low level in the HSB. Regarding advanced social skills, it was reported that 51.6% had a satisfactory level, while 4.7% had problems asking for help,

---

participating, giving, and following instructions. 10.9% have problems knowing and expressing their own knowledge, understanding the feelings of others, dealing with another's anger. 7.8% have problems sharing with their peers and 6.3% have problems baking. Regarding the emotional perception of the students, they show that 45.3% have little attention, 50.0% have problems in understanding and 40.63% have difficulties in regulating emotions **Conclusion.** The results of the research indicate that there is a correlation between social skills, emotional intelligence and the academic performance obtained by students who received classes in the virtual modality during the covid-19 pandemic.

---

### Introducción

En el Ecuador y en el mundo han enfrentado cambios en su forma de vida a causa de la pandemia del covid-19 y, consecuentemente, propician cambios significativos en la modalidad educativa, la cual va desde del cambio de la educación presencial a una educación virtual e híbrida. La educación presencial permite al ser humano relacionarnos e interactuar con distintas personas, en donde se amplía el círculo social, y seguidamente se desarrolla distintas conductas tales como: la manera de pensar; de transmitir ideas y de construir el conocimiento sobre el contexto social donde se desarrolla los individuos y, por lo cual permite desempeñarnos de una manera saludable y exitosa dentro de los distintos ámbitos que nos desenvolvamos, ya sea desde nuestras relaciones afectivas cercanas, como en la vida profesional, laboral y académica (Cruzalegui, 2019).

La educación virtual puede influir en el estado emocional y en las habilidades sociales de los estudiantes a través de distintos factores tanto conductuales, procedimentales, actitudinales y/o contextuales. Los estudiantes que presentan problemas emocionales presentan déficit en las habilidades de socialización, pobre autoconcepto, dependencia, sentimientos de soledad, conducta disruptiva, hiperactividad, destructibilidad, e impulsividad, lo que afecta su rendimiento académico (Jadue, 2002). Además, existe evidencia que los estudiantes que presentan problemas en las habilidades sociales presentan dificultades en expresar sus sentimientos, deseos, opiniones afectando directamente a las capacidades conductuales, personales y situacional (Esparza & Sánchez, 2017).

Si bien vemos que existen varios estudios realizados acerca de la satisfacción de la

educación en tiempos de pandemia, son pocos los estudios que han explorado las dificultades psicológicas y sociales causadas por el cambio de la presencialidad de la educación a la virtualidad. Por lo tanto, es el objetivo del presente estudio evaluar si existe una asociación significativa entre la estabilidad emocional, habilidades sociales y el rendimiento académico en los estudiantes de las carreras de servicios asistenciales de salud, Estimulación temprana, regencia en farmacia y rehabilitación física del Instituto Superior Tecnológico Riobamba. Nosotros presuponemos que encontraremos una asociación positiva entre las variables inmersas en el presente estudio.

### Metodología

Se implementó un estudio descriptivo-correlacional, de acuerdo con Alban et al. (2020) es descriptivo porque se buscó determinar el grado en el cual se encuentra la estabilidad emocional y las habilidades sociales de los estudiantes de las carreras de salud del IST Riobamba. En la parte correlacional se evaluó las relaciones significativas entre las variables de medición y el desempeño académico.

La muestra fue de 64 estudiantes de las distintas carreras del área de Salud pertenecientes a la Instituto Superior Tecnológico de Riobamba. Las características de los participantes se describen en la tabla 1.

Para seleccionar la muestra se utilizó un muestreo aleatorio estratificado con afijación proporcional con un nivel de confianza del 95% que corresponde a un valor de  $z = 1.96$ . El grupo de alumnos corresponde al 31,3% de los estudiantes de estimulación temprana; 25,0% rehabilitación física; 23,4% servicios asistenciales de salud y el 20,3% regencia en farmacia.

**Tabla 1**

*Aspectos demográficos de los participantes del estudio*

Aspecto	Participantes
Edad promedio	23.9
Sexo	82.8% Femenino 17.2% masculino
Etnia	89.1% Mestizo 9.4% Indígena 1.6% Afroecuatoriano
Nivel Económico	87.5% Medio 12.5% Bajo

El instrumento de recolección de datos fue la escala de habilidades sociales de Arnold Goldstein que contiene 50 ítems que miden seis tipos de habilidades: Habilidades Sociales Básicas, Habilidades sociales avanzadas, Habilidades relacionadas con los sentimientos, Habilidades alternativas a la agresión, Habilidades para hacer frente al estrés y Habilidades de planificación. Las opciones de respuesta es una escala de Likert con las siguientes categorías: 1) nunca; 2) Muy pocas veces; 3) Alguna vez; 4) A menudo y 5) Siempre, en donde la puntuación máxima a obtener es 5 y el valor mínimo es 1. Para medir el estado emocional de TMMS-24, contienen tres dimensiones en función de la inteligencia emocional: Percepción emocional, Comprensión de sentimientos y Regulación emocional, cada uno de los ítems contiene una escala de Likert: 1) Nada de acuerdo; 2) Algo de acuerdo; 3) bastante de acuerdo; 4) Muy de acuerdo; 5) Totalmente de acuerdo. El análisis y procedimientos de la información se realizó mediante dos niveles estadísticos: descriptivo y correlacional; utilizando el programa estadístico SPSS.

### Resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en las habilidades sociales básica (HSB), se puede observar que el 50.0% de los estudiantes saben escuchar, iniciar y mantener una conversación, formular preguntas, mientras que el 4.7% de los alumnos han reportado un nivel bajo en las HSB. En cuanto a las habilidades sociales avanzadas, se reportó que el 51.6% presenta un nivel bueno, mientras que el 4.7% muestran problemas para pedir ayuda, participar, dar y seguir instrucciones. En la habilidad relacionada con los sentimientos se observó que el 45.3% de los participantes alcanzaron un nivel bueno, mientras que el 10.9% presentan problemas en conocer y expresar sus propios conocimientos, comprender los sentimientos de los demás, enfrentarse con enfado de otro, expresar afecto y resolver el miedo.

**Tabla 2**

*Valoración de las seis dimensiones la escala de habilidades sociales de Arnold Goldstein*

Habilidad Social	Categoría	Porcentaje
Habilidades Sociales Básica	Bajo Normal	4.7%
	Bueno	45.3
		50.0%
Habilidades Sociales Avanzadas	Bajo Normal	4.7%
	Bueno	43.8%
		51.6%

**Tabla 2**

*Valoración de las seis dimensiones la escala de habilidades sociales de Arnold Goldstein (continuación)*

Habilidad Social	Categoría	Porcentaje
Habilidades Relacionadas con los Sentimientos	Bajo Normal	10.9%
	Bueno	43.8%
		45.3%
Habilidades Alternativas a la Agresión	Bajo Normal	7.8%
	Bueno	32.8%
		59.4%
Habilidades para hacer Frente al Estrés	Bajo Normal	6.3%
	Bueno	39.1%
		54.7%
Habilidades de planificación	Bajo	6.3%
	NormalBueno	32.8%
		60.9%

Por otra parte, 7.8% de los estudiantes presentan problemas para compartir con alguien, en ayudar a los demás, en negociar, en tener autocontrol, en defender sus propios derechos, en responder a las bromas, en evitar los problemas con los demás y no entrar en peleas. El 6.3% presenta problemas en la formulación y responder a una queja, en demostrar deportividad, en defender a un amigo, en enfrentarse a mensajes contradictorios, a responder a una acusación, y hacer frente a las presiones del grupo. El 6.3% presentan problemas en la habilidad de planificar. En cuanto el promedio general de la población estudiada se encontró que el 6.68% presenta un nivel bajo, el 39.6% un nivel normal y el 53.6% un nivel bueno.

#### *Análisis de Relación*

Para conocer si las dimensiones de tenían relación con el desempeño académico en hombres y mujeres se llevó a cabo una correlación de Spearman, los coeficientes de correlación, significancia estadística (Sig.), tamaño del efecto ( $p$ ) y potencia estadística ( $1 - \beta$ ) se pueden ver en la tabla 3.

**Tabla 3**

Correlación se las subescalas de habilidades sociales con el rendimiento académico

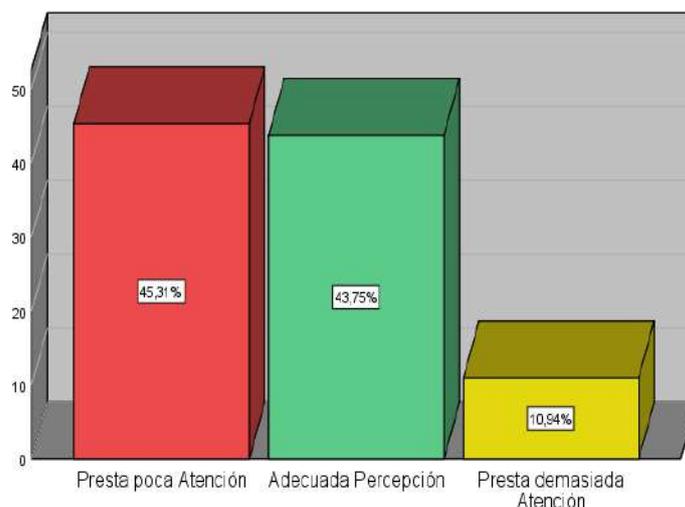
Rendimiento académico	Habilidades Sociales Básica	Habilidades Sociales Avanzadas	Habilidades Relacionadas con los Sentimientos	Habilidades Alternativas a la Agresión	Habilidades para hacer Frente al Estrés	Habilidades de planificación
Correlación	.251**	.153**	.266**	.142**	.255**	.169**
Sig.	.001	.003	.001	.003	.001	.001
<i>p</i>	.50	.39	.50	0.37	.50	0.41
1	0.94	0.68	0.89	0.63	.89	0.62

\* Sig. < .05 \*\* Sig. < .01 *p*= .10 bajo, .30 media, .50 alta

Los resultados obtenidos en la prueba de correlación muestran que tres subdimensiones de habilidades sociales tienen una relación con el rendimiento académico de los estudiantes de IST Riobamba, las correlaciones que van de .251 a .266 muestran un tamaño del efecto grande (.50), lo que indica que la magnitud de esta relación es relevante (Cáceres, 1994). Esto quiere decir que las habilidades sociales básicas, habilidades relacionadas con los sentimientos y habilidades para hacer frente al estrés que presentan los estudiantes del IST Riobamba y que recibieron clases en modalidad virtual, tienden a tener problemas en su rendimiento académico, es decir podrían enfrentar problemas académicos y sociales. Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis, en donde refiere que existe relación entre las habilidades sociales y el rendimiento académico. Estos resultados son corroborados por Hernández et al. (2018), quienes en su investigación llegan a concluir que los comportamientos sociales permiten desarrollar a los estudiantes conocer las experiencias tanto en el contexto social y educativo, por lo cual la determinación de las habilidades sociales con las personas que los rodean permite mejor desarrollo académico. Así también Flores et al. (2016), refieren que las habilidades sociales son importantes para el desarrollo de la comunicación interpersonal positiva que permite desenvolverse de mejor manera en la adquisición del conocimiento.

Figura 1

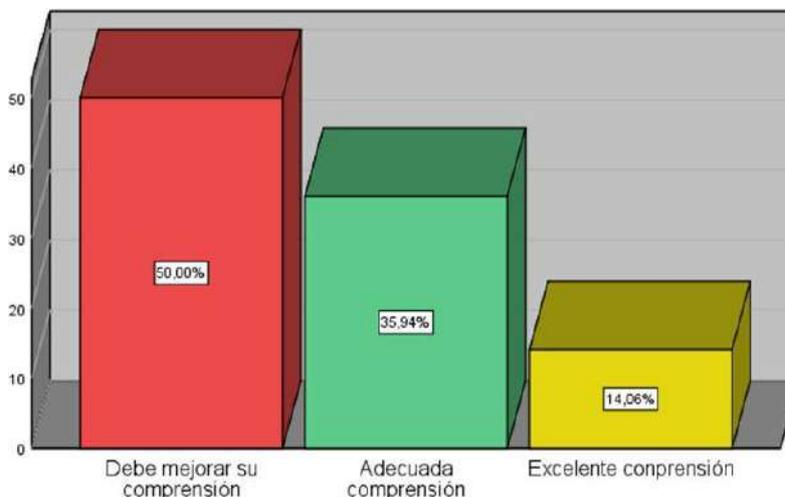
Percepción emocional



Los resultados sobre la percepción emocional de los estudiantes demuestran que el 45.3% presentan poca atención, el 43.7% una adecuada percepción de sus emociones y el 10.9% presenta demasiada atención. Esto quiere decir que el estado emocional de los estudiantes presenta problemas en la solución de problemas personales y sociales tales como la comprensión y regulación de los sentimientos propios y ajenos, la resolución de conflictos internos y externos, el autocontrol del comportamiento y el enfrentamiento con el estrés (Martín et al., 2020).

Figura 2

Comprensión de sentimientos

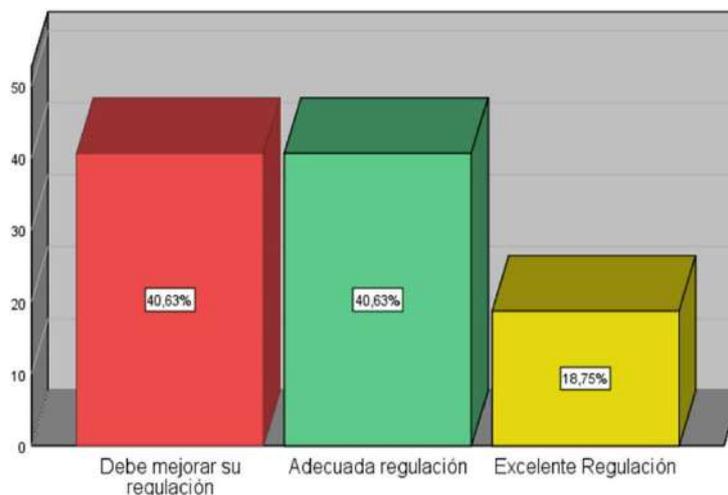


En cuanto a la comprensión del sentimiento se encontró que el 50.0% de los estudiantes deben mejorar su comprensión. Los que significa que los alumnos tienen problemas en poder

establecer relaciones sociales con personas de su mismo entorno, por lo cual tendrá dificultades en la comprensión y regulación de sus propias emociones (Pacheco & Fernández-Berrocal, 2013).

Figura 3

Regulación de emociones



El 40,63% de los estudiantes deben mejorar la regulación de las emociones. Estos resultados de muestra que alumnos pueden presentar problemas depresivos, así como dificultades en la motricidad excesiva, déficit de control atencional o conductual (Caqueo-Urizar et al., 2020). Es decir, que el estado emocional de los estudiantes que tienen una educación virtual presenta un estado emocional inadecuado que incide directamente en el rendimiento académico, por lo que las emociones son un factor relevante en la construcción del aprendizaje (Palma- Delgado & Barcia-Briones, 2020).

Análisis de relación

Para conocer si las dimensiones de Inteligencia emocional tienen relación significativa con el rendimiento académico de los estudiantes del IST Riobamba se llevó a cabo una correlación de Spearman, los coeficientes de correlación, significancia estadística (Sig.), tamaño del efecto ( $p$ ) y potencia estadística ( $1 - \beta$ ) se pueden ver en la tabla 4.

**Tabla 4**

*Correlación se las subescalas de habilidades sociales con el rendimiento académico*

Rendimiento académico	Inteligencia Emocional		
	Percepción Emocional	Comprensión de Sentimientos	Regulación de Emociones
Correlación	.355**	.275**	.261**
Sig.	.001	.001	.003
<i>p</i>	.59	.52	.45
1	.98	.92	.90

\* Sig. < .05 \*\* Sig. < .01 *p* = .10 bajo, .30 media, .50 alta

Los resultados obtenidos en la prueba de correlación muestran que tres subdimensiones de la inteligencia emocional tienen una relación significativa con el rendimiento académico, las correlaciones que van de .261 a .355 muestran tamaños del efecto medianos (.45) a grandes (.59), lo que indica que la magnitud de esta relación es importante y relevante (Cáceres, 1994). Esto quiere decir que la percepción emocional, comprensión de sentimientos y regulación de emociones que presentan los estudiantes del IST Riobamba, tienden a desarrollar problemas en las relaciones sociales con sus pares, es decir que va a tener dificultades en la adquisición de conocimiento. Frente a lo mencionado se acepta la hipótesis de la investigación, en donde se refiere que existe relación entre el estado emocional y el rendimiento académico. Estos resultados son corroborados por Vallejo (2014), quienes su estudio encontró que los estudiantes que obtuvieron un promedio regular presentaron un déficit en el desarrollo de su inteligencia emocional, el autor también advierte que la relación de estas variables también puede ser indirecta, ya que algunos estudiantes presentan dificultades en alguna dimensión de las IE tienen un buen desarrollo académico.

### Conclusiones

- Los resultados de la investigación precisan que existe correlación entre las habilidades sociales, inteligencia emocional y el rendimiento académico obtenido por los estudiantes que recibieron clases en la modalidad virtual durante la pandemia del covid-19.
- Las habilidades sociales de los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Riobamba son relativamente buenas pues los indicadores de esta tienen una media de 53.6%, tan solo el 6.68% presentan dificultades en los seis

subdimensiones: Habilidades Sociales Básica; Habilidades Sociales Avanzadas; Habilidades Relacionadas con los Sentimientos; Habilidades Alternativas a la Agresión; Habilidades para hacer Frente al Estrés y Habilidades de planificación.

- La inteligencia emocional de los estudiantes del Instituto Superior Tecnológico Riobamba presenta dificultades en los tres subdimensiones: Percepción Emocional, Comprensión de Sentimientos y Regulación de Emociones. De modo general, a través de los resultados de las pruebas aplicados para determinar las habilidades sociales, inteligencia emocional y el rendimiento académico se muestra que, si existe una correlación positiva entre estas variables estudiadas.

### *Referencias bibliográficas*

- Alban, G. P. G., Arguello, A. E. V., & Molina, N. E. C. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *RECIMUNDO*, 4(3), 163-173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)
- Cáceres, R. Á. (1994). *Estadística multivariante y no paramétrica con SPSS: Aplicación a las ciencias de la salud* (Vol. 1). Ediciones Díaz de Santos.
- Caqueo-Urizar, A., Mena-Chamorro, P., Flores, J., Narea, M., Irarrázaval, M., Caqueo-Urizar, A., Mena-Chamorro, P., Flores, J., Narea, M., & Irarrázaval, M. (2020). Problemas de regulación emocional y salud mental en adolescentes del norte de Chile. *Terapia psicológica*, 38(2), 203-222. <https://doi.org/10.4067/S0718-48082020000200203>
- Cruzalegui Solano, Z. (2019). Inteligencia emocional y habilidades sociales en los estudiantes del 2º año de educación secundaria de la I.E. Francisco Lizarzaburu, el Porvenir, 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35798>
- Esparza, A. G., & Sánchez, C. M. (2017). El entrenamiento en habilidades sociales y su impacto en la convivencia escolar dentro de un grupo de primaria. *REXE: Revista de estudios y experiencias en educación*, 16(30), 151-164.
- Flores Mamani, E., García Tejada, M. L., Calsina Ponce, W. C., & Yapuchura Sayco, A. (2016). Las habilidades sociales y la comunicación interpersonal de los estudiantes de la Universidad Nacional del Altiplano—Puno. *Comuni@cción*, 7(2), 05-14.
- Hernández, C. E. N., Salto, V. S. H. del, Camino, D. S. J., Flores, D. G. R., & Espinoza, M.

- W. N. (2018). Las habilidades sociales en el rendimiento académico en adolescentes. *Revista de la SEECI, 47 (15 NOV-15 MAR), 37-49.*
- Jadue J., G. (2002). Factores psicológicos que predisponen al bajo rendimiento, al fracaso y a la deserción escolar. *Estudios pedagógicos (Valdivia), 28,* 193-204. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052002000100012>
- Martín, N. L. S., Cornejo, C. O., Luengo, M. P., & Allaire, C. A. (2020). Autopercepción de desarrollo emocional de los estudiantes Secundarios de la región de Ñuble, Chile. *REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación, 19(39), 17-27.*
- Pacheco, N. N. E., & Fernández-Berrocal, P. (2013). Inteligencia emocional en adolescentes. *Padres y Maestros / Journal of Parents and Teachers, 352,* 34-39.
- Palma-Delgado, G. M., & Barcia-Briones, M. F. (2020). *The emotional state in the academic performance of students in Portoviejo, Ecuador. 6(2), 29.*
- Vallejo Bonilla, V. E. (2014). Inteligencia emocional y su incidencia en el rendimiento académico de estudiantes de 10mo de básica de la Unidad Educativa La Salle. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador.*  
<http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/7069>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Propuesta de una aplicación móvil para el acceso a geo-información del transporte público de Riobamba

*Proposal for a mobile application for access to geo-information on public transportation in Riobamba*

- <sup>1</sup> Brando Israel Toledo Yanza  <https://orcid.org/0000-0001-9802-0875>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.  
[brando.toledo@epoch.edu.ec](mailto:brando.toledo@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Gisel Katerine Bastidas Guacho  <https://orcid.org/0000-0002-6070-7193>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.  
[gis.bastidas@oespoch.edu.ec](mailto:gis.bastidas@oespoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> Jorge Alfredo Caiza Balseca  <https://orcid.org/0000-0002-8979-0760>  
Instituto Superior Tecnológico Sucúa, Sucúa, Ecuador.  
[jorge.caiza@istsucua.edu.ec](mailto:jorge.caiza@istsucua.edu.ec)
- <sup>4</sup> Patricio Xavier Moreno Vallejo  <https://orcid.org/0000-0002-9317-9884>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador.  
[pxmoreno@epoch.edu.ec](mailto:pxmoreno@epoch.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/05/2022

Revisado: 22/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 20/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2237>

Cítese:

Toledo Yanza, B. I., Bastidas Guacho, G. K., Caiza Balseca, J. A., & Moreno Vallejo, P. X. (2022). Propuesta de una aplicación móvil para el acceso a geo-información del transporte público de Riobamba . ConcienciaDigital, 5(3.1), 162-183. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2237>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

geolocalización,  
mobile-d,  
transporte, rutas,  
software.

**Keywords:**

geolocalization,  
mobile-d,  
transportation,  
routes, software.

**Resumen**

**Introducción:** El transporte público es de vital importancia para las ciudades debido a que permite una mejor planificación urbana de la ciudad evitando el crecimiento del transporte privado y de esta forma la contaminación ambiental y acústica en las ciudades. Sin embargo, el desconocimiento del funcionamiento del transporte público provoca que los ciudadanos no lo utilicen, optando por el transporte privado. **Objetivos:** Por lo tanto, en el presente estudio se propone desarrollar una aplicación móvil con georreferenciación que permita una fácil disponibilidad de acceso a la información sobre el servicio de transporte público a los usuarios que residen en la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, bajo el sistema operativo Android, y con el objetivo de potenciar el uso del transporte público urbano mediante la ayuda de la asistencia GPS en la geolocalización de buses. **Metodología:** La metodología de desarrollo utilizada fue MOBILE-D, se establecieron requerimientos del proyecto mediante técnicas de recolección de datos, se ejecutaron iteraciones planificadas mediante el uso de herramientas como: MySQL como sistema gestor de base de datos, Laravel 8 como framework de desarrollo del back-end, React Native como framework de desarrollo para la aplicación móvil mediante el lenguaje de programación JavaScript, Google Maps y Pubnub como servidores en la presentación de rutas, paradas y buses en un mapa de la ciudad. **Resultados:** Para la evaluación del sistema se realizó el cálculo del porcentaje de disponibilidad de la aplicación y de la distribución de la aplicación, mediante la fórmula de disponibilidad establecida por la *Information Technology Infrastructure Library (ITIL)*, la cual impuso niveles de disponibilidad del 100% y 99.767% respectivamente, mismas que fueron evaluadas durante el período diciembre de 2021 a enero de 2022. **Conclusiones:** La aplicación desarrollada logró de manera óptima el objetivo de otorgar un servicio informativo del transporte público a la ciudadanía de Riobamba.

**Abstract**

**Introduction:** Public transportation is vital for cities because it allows better urban planning of the city, avoiding the growth of private transport and thus environmental and noise pollution in cities. However, the lack of knowledge of the operation of public

---

transportation means that citizens do not use it, opting for private transportation. **Objective:** Therefore, in this study, it is proposed to develop a mobile application with georeferencing that allows easy availability of access to information on the public transportation service to users who reside in Riobamba city, province of Chimborazo. The application is under the Android operating system and promotes the use of urban public transportation through the help of GPS assistance in the geolocation of buses. **Methodology:** The development methodology used was MOBILE-D, project requirements were established through data collection techniques, and planned iterations were executed through the use of tools such as MySQL as a database management system, Laravel 8 as the back-end development framework, React Native as the development framework for the mobile application using JavaScript programming language, Google Maps, and Pubnub as servers in the presentation of routes, stops and buses on a city map. **Results:** For the evaluation of the system, the application's percentage of availability and the application's distribution were computed using the availability formula established by the Information Technology Infrastructure Library (ITIL), which imposed availability levels of 100% and 99.767%, respectively. The application was evaluated during the period December 2021 to January 2022. **Conclusions:** The developed application optimally achieved the objective of providing an information service of public transport to Riobamba's citizens.

---

## Introducción

El transporte público urbano ha sido objeto de varios estudios a lo largo del tiempo. Han existido estudios referentes al transporte público en temas de contaminación ambiental (Suárez et al., 2018), y acústica (Jácome et al., 2019), al uso de la tecnología para mejorar la seguridad (Haro et al., 2019), y obtener de forma automática el aforo (Moreno et al., 2020). El aumento de población en las urbes admite nuevos retos en el marco de desarrollo de actividades de cada uno de los individuos, ya sea actividades productivas o de entretenimiento. En dicho argumento, las ciudades deben enfocarse en mejorar servicios como el sistema de transporte público urbano, al cual acceden la mayor parte de la población principalmente por motivos de movilización.

Dentro del área urbana de la ciudad de Riobamba existen diferentes rutas de transporte público, las cuales, por diversas circunstancias, se desconoce hoy en día; ya sea tanto para los moradores actuales o para aquellas personas que están temporalmente la ciudad, como es el caso de los estudiantes universitarios, en donde el desconocer la ruta puede provocar saturación de pasajeros en las líneas más conocidas o aumentar el tráfico vehicular en la ciudad al preferir el transporte particular.

Existen algunos frameworks para el desarrollo de aplicaciones móviles que facilitan y agilizan el desarrollo de manera más limpia y rápida, en el caso de React Native permite crear aplicaciones bien estructuradas con pequeños grupos de desarrollo en tiempos cortos (Danielsson, 2016a, 2018; Hansson & Vidhall, 2016; Söderberg et al., 2018). React Native es un framework desarrollado por Facebook para la construcción de aplicaciones móviles nativas en Javascript que está basado en ReactJS, una librería de Facebook para la construcción de interfaces (Neftali et al., 2019). Una de las ventajas de React-native es que permite generar aplicaciones móviles híbridas para que funcionen en diferentes plataformas (Kaushik et al., 2019). Dado que las diferentes plataformas tienen diferentes aspectos, sensaciones y capacidades, no puede haber una aplicación que sea homogénea en todos los sistemas operativos.

El renderizado que utiliza tanto para ReactJS y React Native es similar, sin embargo es el punto de destino al cual va dirigido lo que lo hace realmente interesante de utilizar, debido a que muchas empresas usan React Native para crear sus aplicaciones móviles, tales como Facebook, Instagram, Uber, Pinterest, por nombrar algunos; y además no se necesita ser un experto desarrollando aplicaciones móviles, sino que basta con solo saber Javascript y React, los cuales son muy usados en el desarrollo web.

En lugar de ejecutar React en el navegador y representar 'divs' y 'texts', React Native se ejecuta en una instancia incrustada de JavaScriptCore (iOS) o V8 (Android) dentro de las aplicaciones y renderiza en una plataforma específica los componentes de un nivel superior (Danielsson, 2016b).

Por otra parte, las tecnologías de geolocalización se han establecido en nuestra sociedad gracias al masivo incremento en el uso de los dispositivos móviles con GPS (Manoharan, 2009), lo que ha permitido la generación masiva de información georeferenciada (Jeansoulin, 2016). Adicionalmente, los sistemas basados en localización (LBS) son servicios que adquiere una persona cuando posee un dispositivo móvil (junto con alguna aplicación que ofrezca información según la localización actual) y opera utilizando una tecnología de sistemas de información geográfica, una de posicionamiento (como GPS) y una de comunicación de redes (Gaitan & Moreno, 2010; Virrantaus et al., 2001). Los mapas digitales y las aplicaciones basadas en la localización son unas de las tecnologías que más han avanzado en los últimos años. La aparición de diferentes APIs y servicios para la creación o integración de estas

tecnologías en páginas web o aplicaciones, ha provocado una proliferación de productos basados en ellas (Leal et al., 2006). Google Maps, es la más potente y actualizada plataforma de servicios de mapas digitales, ya que además de ofrecer el conocido servicio homónimo a partir de un servidor de aplicaciones de mapas web desplazables, liberó en 2005 su API basada en AJAX y JavaScript, permitiendo a terceros desarrolladores crear nuevos productos basados o incorporando parte de sus servicios. El uso de la API de Google Maps es gratuito, aunque presenta ciertos límites de uso, en donde se debe implementar un método de pago de uso dentro de la plataforma de Google Cloud Platform cuando sobrepase su límite gratuito. A pesar de eso, se trata sin duda, de la más potente y actualizada plataforma que se haya desarrollado en la actualidad.

Por otro lado, Pubnub es una plataforma web que permite la comunicación de datos entre dispositivos en tiempo real por medio de sus claves de API, y puesto que la principal funcionalidad de la aplicación móvil se basa en la geolocalización de buses, se usan dichas claves gratuitas (similares a los de Google Cloud Platform) para la respectiva representación de datos de ubicación de cada dispositivo celular de los operadores de buses, con la principal diferencia de que esta plataforma permite además el manejo de usuarios (operadores/conductores de buses por ser más específico) para cada inicio de sesión dentro de la aplicación. Dicho servicio presenta un límite de gratuidad (1 millón de solicitudes), de tal forma de que, si se sobrepasa el límite de solicitudes mensuales cuando los operadores de buses comparten su ubicación por medio de su dispositivo celular, este servicio queda fuera de servicio. Por ende, para que dicho servicio se encuentre disponible la mayor parte del tiempo hacia la comunidad, es necesario implementar de manera preventiva una forma de pago, como, por ejemplo, una tarjeta de crédito.

Dentro de los parámetros de evaluación del software para el desarrollo de aplicaciones se evalúa la disponibilidad que se describe como la probabilidad de que un sistema o servicio funcione correctamente en una instancia de tiempo específica. Dentro de la disponibilidad de la aplicación se describen dos tipos de disponibilidad para la evaluación de esta métrica:

- *Disponibilidad de la aplicación:* la disponibilidad de la aplicación en su principal funcionalidad de localización aproximada por GPS implica la utilización del tráfico y los errores presentados en la utilización de la API Directions como métricas en el cálculo de la disponibilidad durante el mes de diciembre de 2021.
- *Disponibilidad de la distribución de la aplicación:* hace referencia a la forma en que la aplicación móvil debe estar disponible para las personas que quieran acceder a los servicios que esta posee, independientemente del tiempo y el

momento que lo requieran, por medio de la Google Play Store durante el período diciembre 2021 a enero 2022.

La disponibilidad propiamente dicha es el cociente entre el tiempo disponible para producir y el tiempo total de parada. Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas programada (tiempos de descanso) y el tiempo por parada no programada (errores en solicitudes). Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado. Según la Information Technology Infrastructure Library (ITIL), la fórmula para el cálculo de la disponibilidad viene dada por:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Servicio Acordado} - \text{Tiempo de Inactividad}}{\text{Tiempo de Servicio Acordado}} * 100\%$$

En donde:

- El tiempo de servicio acordado es el tiempo esperado que el servicio está en funcionamiento.
- El tiempo de inactividad es la cantidad de tiempo durante el tiempo de servicio acordado que el servicio no está disponible. Para este trabajo el valor de tiempo de inactividad está dado por el tiempo inactivo del servicio de geolocalización de una unidad de autobús ocasionado por los errores en las solicitudes al servidor que puedan aparecer.

Con la finalidad de poner a disposición la información de las rutas del transporte público a la comunidad de Riobamba, se desarrolla una aplicación móvil nativa, usando el framework React Native y siguiendo la metodología MOBILE-D, capaz de brindar a los ciudadanos, una alternativa de información acerca de las rutas y paradas del transporte público urbano, realizando un respectivo seguimiento de las unidades de transporte mediante la asistencia GPS, de tal forma que le indique al usuario información en tiempo real en el que una unidad de autobús llegue hacia una parada cercana. Todo esto preservando la disponibilidad y seguridad de la información de los respectivos usuarios y operadores.

### Metodología

La metodología de desarrollo usada en el proyecto fue MOBILE-D, aunque no es de las más conocidas dentro del desarrollo de software, es de las más efectivas en el ámbito del desarrollo móvil gracias a su buena planificación y comunicación con el cliente. Por otra parte, facilita adaptarse fácilmente a los cambios que puedan aparecer durante el desarrollo del proyecto. La metodología consta de 5 etapas descritas a continuación:

#### *Fase de exploración*

En esta fase, se define el proyecto a realizar y las partes involucradas del proyecto como sus tareas, roles, requisitos previos, objetivos, etc.

- Roles del proyecto:
  - Líder de Proyecto
  - Equipo de desarrollo
  - Usuarios de la aplicación: Operadores de buses y personas de toda edad que dispongan de un dispositivo móvil en la comunidad de Riobamba.
- Requisitos Previos:
  - Acceso a la información de rutas y paradas en coordenadas de latitud y longitud de todo el transporte público urbano.
  - Acceso a la información de los operadores de buses y sus respectivas unidades.
- Objetivos:
  - Diseñar las API's necesarias para controlar la información de rutas y tiempos de llegada.
  - Diseñar los módulos informativos de la aplicación.
  - Consultar si la cédula del operador corresponde a los registros en la base de datos y permitir el ingreso al módulo de compartir ubicación.
  - Notificar el tiempo aproximado de llegada a una parada cuando el usuario seleccione una de estas.
- Alcance:
  - Prototipo funcional de una aplicación móvil Android que disponga la información necesaria sobre las rutas, paradas y tiempos de llegada del transporte público urbano de la ciudad de Riobamba.
- Limitaciones:
  - Los datos serán almacenados en una base de datos MySQL.
  - La conexión entre la aplicación y la base de datos será por medio de un servicio web.
  - La aplicación será desarrollada únicamente para el sistema operativo Android.
  - La aplicación funciona con conexión a internet.

- Los datos mostrados corresponden únicamente a la zona rural y urbana de la ciudad de Riobamba.

Adicionalmente, se realiza el análisis de riesgos para determinar las amenazas que los objetivos del proyecto pueden sufrir, tomando medidas anticipadas que garanticen que el sistema se desarrolle de manera satisfactoria.

#### *Fase de inicialización*

En esta fase toda la información recabada sobre el proyecto se reúne y se establece el entorno técnico como los recursos físicos, tecnológicos y de comunicaciones.

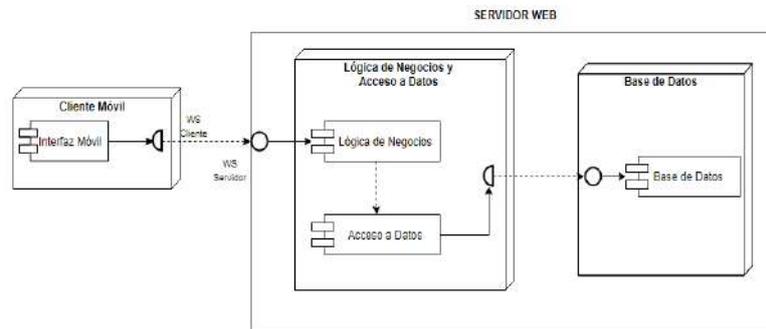
A continuación, se lista el entorno técnico y físico del proyecto:

- Documento de requerimientos iniciales: Documento de Requerimientos Funcionales y No Funcionales.
- Tecnología: Android
- Lenguaje de Programación: JavaScript
- Librerías: Expo Cli (SDK v44.0), Google Maps API for React Native v0.29.0
- Framework: React Native
- IDE: Visual Studio Code v1.57
- Sistema Gestor de Base de Datos: MySQL
- Sistema Operativo: Android v5.0 o superior
- Equipos:
  - 1 servidor XAMPP de Aplicaciones
  - 1 servidor de Base de Datos MySQL
  - 1 laptop con procesador 4 núcleos a más, 4 GB de RAM y con espacio mínimo disponible en Disco de 100GB
- Metodología de Desarrollo: Mobile-D

Se define también la arquitectura de la aplicación, la cual es Modelo, Vista Controlador. En la Figura 1, se presenta la arquitectura de la aplicación móvil RioBuses, la cual tiene como cliente un smartphone con sistema operativo Android versión 5.0 o superior, el teléfono debe contar con acceso a internet pues la aplicación realiza consultas a través de un servicio web en la nube, de disponibilidad 24x7 hacia la base de datos intermedia de la misma.

**Figura 1**

*Diagrama de componentes de la arquitectura de la aplicación*



Adicionalmente, se diseñan los bosquejos de las interfaces de la aplicación mediante la herramienta Balsamiq Wireframes. Finalmente, se establece la planificación de fases con el objetivo de determinar las iteraciones que se va a realizar durante la fase de producción del proyecto, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Planificación de iteraciones por fases*

Fase	Iteración	Descripción
Exploración	Iteración 0	Definición del alcance, establecimiento del proyecto y análisis de riesgos.
Inicialización	Iteración 1	Análisis de requerimientos iniciales, configuración del ambiente de desarrollo, exposición del plan de proyecto, elaboración de prototipos, planificación de fases, obtención de información.
Producción	Iteración Servicios Web	Desarrollo de los servicios web mediante PHP con el uso del framework Laravel que permitan una comunicación con la base de datos.
	Iteración Módulo Informativo	Desarrollo del módulo Informativo que corresponde a la pantalla de Inicio, la pantalla Rutas de visualización de las rutas del transporte público, la pantalla Ayuda y la pantalla Acerca De, refinamiento de interfaces, generación y ejecución de pruebas de aceptación
	Iteración Módulo Encontrar un Bus	Desarrollo del módulo Encontrar un Bus que corresponde a la captura de datos de ubicación recibidos por parte de los operadores para el cálculo de tiempo aproximado de llegada hacia una parada de autobús, refinamiento de interfaces, generación y ejecución de pruebas de aceptación.

**Tabla 1**
*Planificación de iteraciones por fases (continuación)*

Fase	Iteración	Descripción
Producción	Iteración Módulo Operador de Bus	Desarrollo del módulo Operador de Bus el cual consta de los módulos Login y Compartir Ubicación, que corresponden al envío de datos de ubicación hacia el servidor en tiempo real de manera continua, refinamiento de interfaces, generación y ejecución de pruebas de aceptación.
	Iteración Módulo Administrador	Desarrollo del módulo Administrador que corresponde a la gestión de operadores de buses mediante una página web de acceso restringido, refinamiento de interfaces, generación y ejecución de pruebas de aceptación.
Estabilización	Iteración Módulo Informativo	Refactorización del módulo Informativo, refinamiento de interfaces.
	Iteración Módulo Encontrar un Bus	Refactorización del módulo Encontrar un Bus, refinamiento de interfaces.
	Iteración Módulo Operador de Bus	Refactorización del módulo Operador de Bus, refinamiento de interfaces.
	Iteración Módulo Administrador	Refactorización del módulo Administrador, refinamiento de interfaces.
Pruebas del Sistema	Iteración Pruebas del Sistema	Evaluación de Pruebas y se realiza la respectiva reparación del sistema.

*Fase de producción*

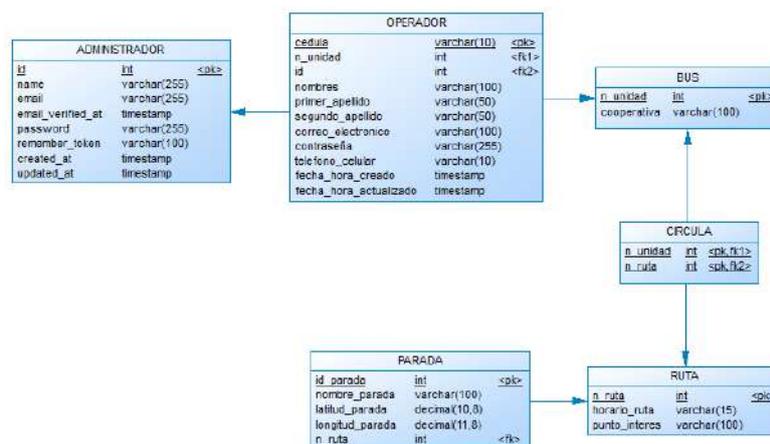
En esta fase del proyecto se presenta las actividades realizadas con la metodología Mobile-D, en base a las iteraciones planificadas en la fase anterior. Con el objetivo de que la codificación generada permita que otros desarrolladores comprendan el código con más rapidez, y a la vez realizar las respectivas correcciones o mantenimiento con la mayor facilidad posible, se ha seleccionado el estándar Snake Case para el diseño de la base de datos y el estándar Pascal Case para el código de la aplicación.

Se establece además el diseño de la base de datos que es donde será almacenada toda la información de forma clara y concisa, cumpliendo los requerimientos establecidos dentro del GADM de Riobamba, de esta manera se refleja las operaciones relacionales para un fácil mantenimiento y actualizaciones cuando se requiera.

Para el respectivo modelado se utiliza el estándar ANSI-SPARC el cual define tres modelos para el proceso de modelado de la base de datos: modelo conceptual, modelo lógico y modelo físico. El modelo de datos lógico que se presenta en la Figura 2, indica cómo se construye el modelo en la base de datos, representando todas las características de una tabla, como los son el nombre de columna, el tipo de datos de columna, las restricciones de columna, la clave primaria, la clave foránea y las relaciones entre las tablas.

Figura 2

Modelo lógico de la base de datos



Por otro lado, con finalidad de describir la navegabilidad y las respectivas conexiones entre las pantallas principales de la aplicación a desarrollar, se estableció un esquema de navegabilidad del sistema.

Finalmente, se describen las Stories Cards, las cuales definen la tarea que se realizó para que se cumpla una determinada funcionalidad, indicando características como el tipo, la dificultad, la prioridad, fecha de creación, etc. Dichas stories cards representan el desarrollo de cada módulo descrito anteriormente en la planificación de fases.

### Fase de estabilización

En esta etapa se procede a integrar las funcionalidades y las características implementadas y de presentarse algún error se realizan las respectivas correcciones. Dichas correcciones se las realiza mediante las tablas de mejora, como se presenta en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Tabla de mejora para el módulo informativo*

Tema de mejora: Diseño de Interfaz			
Responsable: Desarrollador			
Problemas	Acciones	Seguimiento del plan	Realización
El color de la aplicación no se adapta al color del logo.	Establecer un mismo color tanto para la aplicación como para el logo.	Revisar que los nuevos logos estén acordes con el tamaño y colores de la pantalla.	El usuario podrá apreciar un color y logos más atractivos.
Logos principales en la pantalla Inicio y en el menú Lateral no son los adecuados.	Diseñar nuevos logos adecuados a los tonos de color de la aplicación.	Revisar que las imágenes del Slider se adecúen a los colores de la aplicación.	El usuario podrá visualizar unas imágenes acordes al turismo de la ciudad.
Las imágenes del Slider no son atractivas.	Cambiar las imágenes del Slider por otras más nítidas.	Revisar que el cajón deslizable pueda contener toda la información de la línea.	El usuario podrá apreciar una información extra de cada ruta
La pantalla Rutas no contiene la suficiente información de cada línea.	Añadir un cajón deslizable ubicando información específica de cada línea.		

El resultado de las correcciones realizadas en el diseño en la interfaz se muestra en la figura 3.

**Figura 3**

*Módulo informativo corregido*



### *Fase de pruebas y reparación del sistema*

En esta fase se validan las funcionalidades de la aplicación móvil contra los Stories Cards y se corrigen los errores encontrados mediante las pruebas funcionales. Dichas pruebas funcionales permiten verificar el cumplimiento de los requerimientos funcionales de las establecidas en el proyecto, determinando su resultado esperado y comparándolo con el resultado obtenido. En la Tabla 3 se presenta la prueba funcional realizada para comprobar que el usuario puede visualizar el tiempo aproximado de llegada de una unidad de autobús hacia una parada.

**Tabla 3**

#### *Prueba funcional módulo encontrar un Bus*

Código	Nombre
PF04	El usuario podrá realizar una consulta de tiempo aproximado de llegada de unidad de autobús hacia una parada seleccionada
Objetivo	Comprobar que el usuario pueda realizar una consulta de tiempo aproximado de llegada de una unidad hacia una parada seleccionada.
Pasos	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Verificar que tenga conexión a internet</li> <li>2. Acceder a la pantalla ‘Encontrar un Bus’</li> <li>3. Seleccionar una línea de autobús</li> <li>4. Seleccionar una parada</li> <li>5. Presionar el botón ‘Localizar Bus’</li> </ol>
Resultados Esperados	El usuario podrá visualizar un mensaje con el tiempo aproximado de llegada en minutos de una unidad de autobús.
Resultados Obtenidos	Una alerta indicando el tiempo aproximado de llegada en minutos de una unidad de autobús hacia la parada seleccionada, siempre y cuando exista un operador de bus compartiendo su ubicación.

Por otro lado, se ha puesto a disponibilidad de todos los ciudadanos de Riobamba y a los respectivos operadores del transporte público la aplicación Riobuses en la tienda de Google Play, por lo que se optó por adquirir una cuenta de desarrollador de Google Play Console, la cual sirve como base para el proceso de publicación en dicha tienda de aplicaciones.

### **Resultados**

Para el cálculo de los porcentajes de disponibilidad de la aplicación, se aplica la fórmula establecida por la *Information Technology Infrastructure Library (ITIL)*, misma que estima qué tan bien se desempeña el servicio en el futuro. Por lo tanto, para determinar el porcentaje de tiempo en que la información de una unidad de autobús se encuentra disponible, se realiza un análisis de datos en base a los registros y métricas en cuanto a errores de solicitudes en el uso de mapas durante los horarios laborables del mes de

diciembre de 2021; y a su vez, para determinar el porcentaje de tiempo en que la aplicación se distribuye correctamente en los dispositivos móviles se toma en cuenta la cantidad de fallos y errores de tipo *ANR (Application Not Responding)* que pueden surgir en el arranque de la aplicación durante los meses de diciembre de 2021 y enero de 2022, mediante el acceso a los registros que guarda *Google Cloud Platform*.

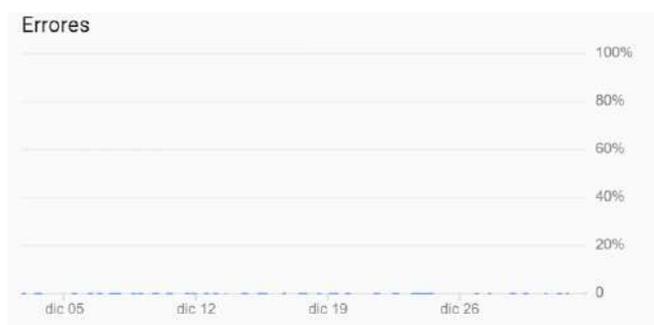
Para la evaluación de la disponibilidad de la aplicación se toma en cuenta la principal funcionalidad en la aplicación desarrollada, la cual es el servicio de ubicación de buses que ofrece la misma, en donde se toma como métrica los errores en solicitudes de mapas puesto que son en donde se muestra la información de las unidades de autobús que están disponibles en el día laborable, y que, de existir algún error en alguna solicitud, este influye directamente en el tiempo en el que el servicio de información de ubicación de una unidad se encuentra disponible.

La métrica de errores tiene como finalidad mostrar la cantidad de errores en las peticiones o solicitudes enviadas hacia el servidor por parte del cliente, los cuales influyen fuertemente en el servicio de disponibilidad de información brindada por la aplicación. El porcentaje de esta métrica es proporcionada por la herramienta *Google Cloud Platform*, y para el cálculo respectivo se ha tomado los valores del mes de diciembre del 2021, mes en el que fue implementada la aplicación, evaluados en los 59 dispositivos que descargaron la aplicación.

En la figura 4 se muestra el diagrama de líneas de los errores en solicitudes correspondientes al mes de diciembre 2021, en donde se puede apreciar la ausencia de errores ocasionados en la recepción de solicitudes por el servidor.

**Figura 4**

*Diagrama de líneas de errores en solicitudes*



Tomado en cuenta que las horas laborables de un operador de bus corresponden entre el lapso de las 06:00 am y las 20:00 pm (14 horas diarias), además de que los días laborables corresponden de lunes a domingo (7 días por semana / 30 días mensuales) y que existen 16 líneas de recorrido para los buses, se obtiene un tiempo de servicio de

6.720 horas mensuales. Por otro lado, existe un tiempo de descanso en donde el operador de bus toma un descanso de 10 minutos al terminar una vuelta, es decir 10 minutos de inactividad por cada vuelta recorrida en la línea de trabajo.

Por lo tanto, el tiempo total de descanso de todas las líneas en un solo día es igual a 1.110 min (18,5 horas), equivalente a 555 horas mensuales, lo que restado de las 6.720 horas mensuales del servicio se obtiene un tiempo de servicio acordado de 6.165 horas mensuales, en los cuales los operadores de buses mantienen su servicio de transporte activo.

Adicionalmente, como se observa en el Gráfico 1, se tiene que durante el mes de diciembre del 2021 tampoco hubo errores en sus solicitudes del servidor, por lo que se tiene un tiempo de inactividad de 0 horas mensuales; en donde, utilizando la fórmula de disponibilidad se puede calcular lo siguiente:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Servicio Acordado} - \text{Tiempo de Inactividad}}{\text{Tiempo de Servicio Acordado}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad Mensual} = \frac{6165 \text{ horas} - 0 \text{ horas}}{6165 \text{ horas}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad Mensual} = \frac{6165 \text{ horas}}{6165 \text{ horas}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad Mensual} = 100\%$$

Por otro lado, se tiene que un solo dispositivo móvil de un operador de bus ocupa una cantidad aproximada de 42.000 solicitudes mensuales hacia el servidor de localización Pubnub mediante una cantidad aproximada de 4.926 Gigabytes mensuales de uso en datos móviles, lo que implica un gran consumo de solicitudes e internet por cada operador de bus.

Por ende, con el cálculo realizado, se puede determinar que el porcentaje de disponibilidad mensual de la aplicación móvil Riobuses evaluado en la funcionalidad de información de ubicación de los dispositivos celulares de las unidades de autobús, mediante un gasto mensual de 4.92 Gigabytes de datos móviles, es del 100%; puesto que el servidor de geolocalización utilizado para este proyecto es de confianza y abarca grandes cantidades de solicitudes a la vez, por lo que brinda riesgo mínimo de errores en sus solicitudes y por ende un tiempo mínimo de inactividad mensual; sin embargo, no se puede llegar a una conclusión general puesto que esta disponibilidad se ha evaluado únicamente durante un mes de prueba, en donde las circunstancias han sido coincidentemente propicias para este estudio.

El nivel de disponibilidad de la distribución de la aplicación está relacionado con el alojamiento de esta para su descarga por parte de los ciudadanos, el cual depende de la

plataforma en la que se aloje, puesto que es aquella la que brinda el servicio de descarga e instalación de las aplicaciones existentes, y a su vez es el encargado de mantener sus servidores trabajando 24/7.

Por lo tanto, se sabe que el tiempo disponible de la aplicación móvil dentro de la Google Play Store es de 24 horas y por 7 días a la semana se tiene un tiempo de servicio acordado de 720 horas mensuales; además de que durante los meses de diciembre de 2021 y enero de 2022 no hubo fallas en sus servicios de acceso y descarga de aplicaciones, se tiene un tiempo de inactividad de 0 horas mensuales, por lo que, utilizando la fórmula de disponibilidad brindada por la *Information Technology Infrastructure Library* (ITIL) se puede calcular lo siguiente:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de Servicio Acordado} - \text{Tiempo de Inactividad}}{\text{Tiempo de Servicio Acordado}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad Mensual} = \frac{720 \text{ horas} - 0 \text{ horas}}{720 \text{ horas}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad Mensual} = \frac{720 \text{ horas}}{720 \text{ horas}} * 100\%$$

$$\text{Disponibilidad Mensual} = 100\%$$

Por ende, con el cálculo anterior se puede deducir que el porcentaje de disponibilidad de distribución de la aplicación móvil Riobuses, con una cantidad de 118 descargas de la aplicación por medio de la tienda de aplicaciones Google Play Store, es del 100%, puesto que el servicio de alojamiento de esta tienda es altamente competente para que cualquier usuario con un dispositivo Android pueda adquirir dicha aplicación en el momento que lo requiera.

Sin embargo, a pesar de que la aplicación se encuentra 100% disponible ante la ciudadanía por medio de la tienda de aplicaciones Google Play Store, existen otros factores que afectan netamente en el servicio que se ofrece para los dispositivos móviles, como lo son la cantidad de fallos y los ANR (cantidad de veces que la aplicación muestra el error La Aplicación No Responde), los cuales pueden aparecer al momento de ejecución de la aplicación. Y aunque el servicio de la principal funcionalidad de la aplicación (geolocalización de buses) haya estado disponible únicamente por un mes de prueba, esto no ha sido motivo para que aquellas personas que deseen obtener la aplicación no puedan acceder a esta, ya que durante el mes de enero de 2022 existieron registros de adquisición de usuarios nuevos.

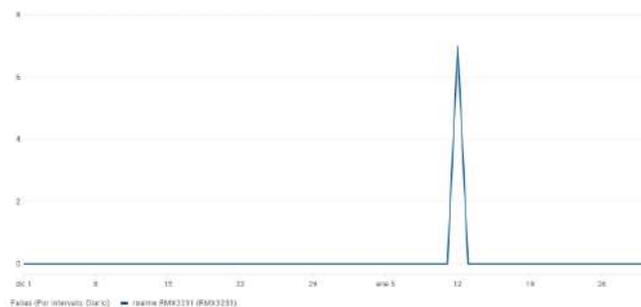
Dicha información referente a los fallos en la interacción de la aplicación con el dispositivo móvil del usuario es brindada por el propio *Google Cloud Platform*, puesto que posee registros de métricas de todas las aplicaciones en su disposición, tales como los antes mencionados Fallos en el arranque de la aplicación y ANR (mensajes de La

Aplicación No Responde), los cuales permiten analizar el estado del sistema en un determinado dispositivo móvil.

En la figura 5 se puede evidenciar que surgieron 7 fallas en un dispositivo en un determinado día, más no ANRs, es decir únicamente no se realizó un correcto arranque de la aplicación en 7 intentos realizados por el usuario del dispositivo móvil perteneciente al modelo ‘Realme RMX3231’.

**Figura 5**

*Diagrama de líneas número de fallas durante diciembre 2021 – enero 2022*



Estos fallos permiten apreciar que no todas las aplicaciones son compatibles a la primera con todos los dispositivos móviles, por lo que *Google Cloud Platform* se da la tarea de calcular el porcentaje promedio de fallos para cada dispositivo, desde el día del mes en el que surgió la falla, o hasta que se suba una nueva versión/actualización con su respectiva corrección y se analice nuevamente. El promedio de fallas se lo puede observar en la figura 6.

**Figura 6**

*Diagrama de líneas promedio móvil de fallas desde 12 enero 2022*



Adicionalmente en la figura 6 se puede observar que solamente surgieron fallas después del mes de prueba de la aplicación, puesto que aún no se evaluaba aquel modelo de dispositivo que registró fallas durante el mes de diciembre 2021, es decir, que a mediados del mes de enero del 2022 aquellas fallas obtenidas otorgan un porcentaje promedio de fallas del 0.233% para aquel modelo de dispositivo; ahora, dicho valor afecta directamente al porcentaje de disponibilidad de distribución de la aplicación del

mes anteriormente calculado, ya que ésta se encuentra relacionada con la adquisición y pérdida de los usuarios durante la finalización del proyecto, por lo que, restado del anterior porcentaje calculado, se obtiene un nuevo valor de 99.767% de disponibilidad de la distribución de la aplicación para el mes de enero del 2022.

### Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación son favorables debido a que se ha cumplido con el desarrollo de una aplicación web que ayuda a solventar el problema correspondiente a la falta de acceso a la geo información del transporte público. Aunque han existido propuestas de aplicaciones para la geolocalización de rutas de buses en otras ciudades (Almeida & Solís, 2019; Díaz, 2022; Sánchez, 2020; Sandoval, 2020), ninguna de estas ha realizado un análisis profundo referente al rendimiento de la aplicación, ni un análisis de riesgos como lo que se muestra en la presente investigación. Por lo tanto, la presente investigación puede servir de base para el desarrollo de futuras aplicaciones móviles enfocadas a solucionar problemas del transporte. Adicionalmente en estudios similares no se profundiza en la metodología aplicada y no se indica a detalle cada una de las fases de la metodología. Es importante tomar en cuenta que la aplicación puede funcionar para solventar el problema de falta de geo información en otras localizaciones siempre y cuando las entidades encargadas del transporte público urbano dispongan de la información correspondiente que pueda servir para alimentar a la base de datos de la aplicación propuesta.

### Conclusiones

- Se ha desarrollado una aplicación móvil cuyos usuarios son los ciudadanos de la ciudad de Riobamba y que tiene el fin de proveer suficiente información referente al transporte público para facilitar su acceso a todos los usuarios, de tal forma que se aumente su demanda y se disminuya la necesidad de transporte público en la ciudad.
- El sistema gestor de base de datos MySQL se emplea como plataforma base en el uso y manejo de la base de datos debido a la facilidad y confiabilidad que esta ofrece en el salvaguardado de la información personal que cada operador de bus posee, tales como su número de identificación personal, nombres completos, correo electrónico, contraseña de acceso, etc., y con el fin de que esta sea gestionada por un único administrador.
- Para el desarrollo de la aplicación móvil se utilizó la metodología Mobile-D por medio del *framework React Native*, debido a la fácil compatibilidad en el desarrollo de software para dispositivos Android con los servicios de Google *Maps*, todo esto mediante fases y actividades, de tal manera que se construya el software esperado de acuerdo con los requisitos establecidos por la

Municipalidad de Riobamba. Por lo tanto, la aplicación permite hacer un seguimiento por geolocalización de las unidades de autobús de la ciudad con el fin de estimar el tiempo aproximado de llegada hacia una parada.

- La distribución gratuita de la aplicación hacia la comunidad de Riobamba dentro de la tienda de aplicaciones Google Play Store, permite el acceso a la información que se encuentra dentro de la aplicación sobre el servicio de transporte público de la ciudad a todos los usuarios que lo requieran.
- El porcentaje de disponibilidad de la aplicación evaluada de forma mensual durante el mes de diciembre del 2021 en la principal funcionalidad de la aplicación móvil *Riobuses* y mediante la fórmula de disponibilidad brindada por la *Information Technology Infrastructure Library* (ITIL) es del 100%, lo que permite analizar un alto desempeño en el servicio que ofrece la aplicación para mantener una buena disponibilidad de información al momento que se requiera. Por otro lado, durante una evaluación de la disponibilidad de la distribución de la aplicación durante el mes de enero del 2022, se detectaron fallos en el arranque de la aplicación en un determinado dispositivo los cuales redujeron no muy significativamente el valor de la disponibilidad de distribución calculado en el mes de diciembre de 2021, por lo que, una vez corregido dicho valor porcentual, se tiene un nuevo porcentaje de disponibilidad de la distribución de la aplicación con un valor del 99.767%, lo que permite concluir que la aplicación está válidamente apta para ser distribuida a la mayoría de modelos de dispositivos móviles Android con excepción de uno, solamente hasta que se otorgue la debida solución al error.

### Referencias bibliográficas

- Almeida Muñoz, J. F., & Solís Cuñez, S. M. (2019). *Desarrollo de una aplicación móvil Android para la consulta de rutas de una línea de buses urbanos que circulan por la ciudad de Quito referenciando los puntos de partida y destino del usuario*. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/16912>
- Danielsson, W. (2016a). *React Native application development: A comparison between native Android and React Native*. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:998793>
- Danielsson, W. (2016b). *React Native application development: A comparison between native Android and React Native*. *Linköpings Universitet*. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:998793>

- Danielsson, W. (2018). *React Native Performance Evaluation*. <https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/32475>
- Díaz Concha, A. S. (2022). *Geolocalización de Rutas de Buses en tiempo Real: Caso de estudio Ciudad de Otavalo*. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22102>
- Gaitan, A., & Moreno, J. (2010). Construcción de una arquitectura que provea servicios de información y/o publicidad a dispositivos móviles basados en su ubicación georeferenciada - CORE Reader. In *Pontificia Universidad Javeriana*. <https://core.ac.uk/reader/71418960>
- Hansson, N., & Vidhall, T. (2016). *Effects on performance and usability for cross-platform application development using React Native*. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:946127>
- Haro, C. A. V., Torres, S. C. V., & Haro, V. E. V. (2019). Diseño de un sistema electrónico para el bloqueo de vehículos de transporte público basados en la medida de alcohol por litro de sangre en los conductores. *Ciencia Digital*, 3(3.3), 220–230. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.3.801>
- Jácome, M. G. M., Jarro, J. A. P., Armijo, L. A. U., & Mora, J. C. M. (2019). Evaluación de la contaminación acústica en el terminal terrestre del cantón Morona, ciudad Macas mediante la identificación de niveles de presión sonora. *Ciencia Digital*, 3(3.1), 253–269. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.1.699>
- Jeansoulin, R. (2016). Review of Forty Years of Technological Changes in Geomatics toward the Big Data Paradigm. *ISPRS International Journal of Geo-Information* 2016, Vol. 5, Page 155, 5(9), 155. <https://doi.org/10.3390/IJGI5090155>
- Kaushik, V., Gupta, K., & Gupta, D. (2019). React native application development. *International Journal of Advanced Studies of Scientific Research*. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3330011](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3330011)
- Leal, A., Gómez, J. D., & Castañeda, H. A. (2006). Proveedor de Servicios Basados en Localización para Dispositivos Móviles. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 3, 13–19. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133114991003>
- Manoharan, S. (2009). On GPS tracking of mobile devices. *Proceedings of the 5th International Conference on Networking and Services, ICNS 2009*, 415–418. <https://doi.org/10.1109/ICNS.2009.103>
- Neftali, R., Calixto, L., Ángel, L., González, V., Esteban, D., Díaz, B., & Venegas Guzmán, R. (2019). React Native: acortando las distancias entre desarrollo y

diseño móvil multiplataforma. *Revista Digital Universitaria UNAM*.  
<https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2019.v20n5.a5>

Sánchez Vera, I. (2020). *Desarrollo de sistema de mapeo y visualización de rutas de buses urbanos de la provincia de Santa Elena para la Agencia Nacional de Tránsito. Módulo: Gestor web*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.  
<https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/5322>

Sandoval Royero, O. J. (2020). *Prototipo de aplicación móvil para consultar rutas de buses urbanos en Villavicencio*. Repositorio institucional.  
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11570>

Söderberg, J., Johansson, E., Persson, D., & Foo, J. (2018). *Evaluating performance of a React Native feature set*. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1215795>

Suárez, M. A. C., Cunalata, C. P. M., Robalino, O. E. R., Pérez, J. G. V., Cárdenas, J. C. S., & Almeida, E. L. S. (2018). Estimación cuantitativa y cálculo de emisiones ambientales (huella de carbono), en el terminal terrestre de la ciudad de Guaranda. *Ciencia Digital*, 2(4), 283–293. <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v2i4.229>

Virrantaus, K., Markkula, J., Garmash, A., Terziyan, V., Veijalainen, J., Katanosov, A., & Tirri, H. (2001). Developing GIS-supported location-based services. *Proceedings of the 2nd International Conference on Web Information Systems Engineering, WISE 2001*, 2, 66–75. <https://doi.org/10.1109/WISE.2001.996708>

Moreno, P., Bastidas, G., & Moreno Costales, P. (2020). Estudio de factibilidad del uso de modelos de redes neuronales artificiales en la automatización del aforo y clasificación vehicular del transporte público. *ConcienciaDigital*, 3(3), 528–540. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1355>

### Conflicto de intereses

Los autores deben declarar si existe o no conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Prospectivas del deporte universitario en la ESPOCH: Una estrategia para su desarrollo y sustentabilidad

*Prospects of university sports in ESPOCH: A strategy for its development and sustainability*

- <sup>1</sup> Iván Giovanni Bonifaz Arias  <https://orcid.org/0000-0001-8358-0124>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)  
[ivan.bonifaz@esPOCH.edu.ec](mailto:ivan.bonifaz@esPOCH.edu.ec)
- <sup>2</sup> Orlando David Mazón Moreno  <https://orcid.org/0000-0001-5240-2800>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)  
[orlando.mazon@esPOCH.edu.ec](mailto:orlando.mazon@esPOCH.edu.ec)
- <sup>3</sup> Jorge Giovanni Tocto Lobato  <https://orcid.org/0000-0002-1759-1316>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)  
[jtocto@esPOCH.edu.ec](mailto:jtocto@esPOCH.edu.ec)
- <sup>4</sup> Luis Gustavo Díaz  <https://orcid.org/0000-0003-2615-5003>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH)  
[gustavo.diaz@esPOCH.edu.ec](mailto:gustavo.diaz@esPOCH.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/05/2022

Revisado: 23/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 25/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2245>

Cítese:

Bonifaz Arias, I. G., Mazón Moreno, O. D., Tocto Lobato, J. G., & Díaz, L. G. (2022).  
Prospectivas del deporte universitario en la ESPOCH: Una estrategia para su desarrollo y  
sustentabilidad. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 184-199.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2245>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Prospectiva,  
actividad físico-  
deportiva,  
barreras,  
estrategias,  
estudiantes  
universitarios.

**Keywords:**

Prospective,  
sports physical  
activity, barriers,  
strategies,

**Resumen**

**Introducción.** Los factores y barreras que afectan el desarrollo de las actividades físicas y deportivas de los estudiantes de la ESPOC requieren de la concreción de una prospectiva, en la que las dinámicas a alcanzar satisfagan las exigencias y requerimientos de estos. **Objetivo.** Reflexionar sobre la prospectiva del deporte universitario en la ESPOCH para el establecimiento de una estrategia integral para su desarrollo y sustentabilidad. **Metodología.** En el estudio se utilizó una metodología descriptiva, no experimental. Basada en el método histórico-lógico y la revisión documental, estableciéndose criterios referentes a la visión prospectiva de la ESPOCH para contrarrestar los factores y barreras que afectan la práctica deportiva en los estudiantes universitarios. **Resultados.** **1.** Se debe conocer el accionar de la actividad física y deportiva de los jóvenes universitarios, sus factores y motivaciones, que inducen a mantener una conducta sedentaria y asociada al consumo de tabaco, alcohol y drogas. **2.** Las estrategias y programas encaminados al desarrollo de la práctica deportiva entre los estudiantes universitarios deberán encaminarse a la elevación de la disposición para la realización de actividades físicas y deportivas. **3.** La deserción deportiva de los estudiantes universitarios está influenciada por factores físicos, socioeconómicos y psicológicos. **4.** La visión prospectiva debe encaminarse a eliminar las diferentes barreras, que atentan contra el normal desarrollo del estudiante- deportista universitario de la ESPOCH. **5.** Aplicar una Estrategia Integral para el desarrollo de la actividad físico-deportiva, que elimine las barreras que afectan a los estudiantes. **Conclusiones.** La visión de la prospectiva del deporte universitario en la ESPOCH, mediante la Estrategia Integral, se fundamenta en lograr la formación integral de los estudiantes, en la que las actividades físicas y deportivas juegan un rol fundamental, permitiendo el desarrollo educativo, físico y psicológico como complemento a su formación y perfeccionamiento de sus competencias.

**Abstract**

**Introduction.** The factors and barriers that affect the development of the physical and sports activities of the ESPOC students require the concretion of a prospective, in which the dynamics to be achieved satisfy their demands and requirements. **Goal.** Reflect on

university students.

---

the prospective of university sports in ESPOCH for the establishment of a comprehensive strategy for its development and sustainability. **Methodology.** A descriptive, non-experimental methodology was used in the study. Based on the historical-logical method and documentary review, establishing criteria regarding the prospective vision of ESPOCH to counteract the factors and barriers that affect sports practice in university students. **Results.** 1. The actions of physical and sports activity of university students, their factors, and motivations, which induce them to maintain a sedentary behavior and associated with the consumption of tobacco, alcohol, and drugs, must be known. 2. The strategies and programs aimed at the development of sports practice among university students should be directed at raising the willingness to conduct physical and sports activities. 3. The sports desertion of university students is influenced by physical, socioeconomic, and psychological factors. 4. The prospective vision should be aimed at eliminating the different barriers that threaten the normal development of the ESPOCH university student-athlete. 5. Apply a Comprehensive Strategy for the development of physical-sports activity, which eliminates the barriers that affect students. **Conclusions.** The prospective vision of university sports at ESPOCH, through the Comprehensive Strategy, is based on achieving the comprehensive training of students, in which physical and sports activities play a fundamental role, allowing educational, physical, and psychological development as complement to their training and improvement of their skills

---

## Introducción

Aunque existen diferentes definiciones para el deporte universitario, coincidimos con López (2002), que expresa que el perfil con el que debe identificar a este tipo de deporte debe ser eminentemente el educativo, o sea debemos entender la concepción del deporte en este ámbito como el conjunto de actividades y acciones dirigidas a educar y que se encuentren alineadas con los principales objetivos de la Universidad.

Por lo que se considera, que el deporte universitario como tal, es el que se programa desde las diferentes unidades diseñadas al cumplimiento de este fin en las universidades (ya sea Vicerrectorados, Áreas específicas, servicios, y otros) el mismo es practicado por los

estudiantes en su ambiente educativo, con la finalidad de contribuir, tanto a la mejora de su salud, de su calidad de vida y sus condiciones físicas, como también, y fundamentalmente, a su propia formación de valores y competencias, lo cual contribuye, a lo largo de toda su etapa universitaria, a su formación integral.

En esta dirección, diferentes autores entre estos Navarro (2008), señaló que los servicios deportivos que brindan las universidades, están encausadas a ofrecer actividades físicas, deportivas y recreativas a los estudiantes y a los integrantes de la comunidad universitaria, sin que medie ninguna discriminación por diferencias físicas o de habilidades motrices, constituyendo un complemento en su formación profesional, se dirige por tanto a garantizar la mayor participación estudiantil posible en estas actividades, facilitando el desarrollo de actividades deportivas en el ámbito de la masividad y de la competitividad universitaria, tanto interuniversitarias, nacionales e internacionales, así como en la incrementación y el mejoramiento de los espacios físicos para el desarrollo de estas actividades.

En este sentido Pérez et al. (2014), señalan que se hace primordial en el accionar universitario, el lograr avances en el conocimiento de las conductas dentro de las actividades físicas y deportivas de los jóvenes universitarios, conocer sus factores determinantes, así como las motivaciones que inducen a mantener una conducta sedentaria y asociadas al consumo de tabaco, de alcohol y las drogas, significando que ello debe constituir un propósito significativo asociado a la calidad de vida de los mismos y a su propio desarrollo humano y social.

Como es lógico lo anterior constituye un gran reto para los servicios deportivos en las universidades. Para lograrlo se debe conseguir una oferta que sea amplia, equilibrada, atractiva, abierta y diversificada, con la finalidad de que puedan ser incluidos la mayoría de los intereses de la comunidad universitaria y que además abarquen actividades diseñadas con una perspectiva y orientación muy variada.

De igual manera tampoco debe soslayarse la incidencia que tiene la educación física en la motivación y conducta que manifiestan los estudiantes universitarios en la realización de actividades físicas y deportivas. En relación con ello se han referido Zea (2018), al indicar que los programas de educación física universitarios incluyen el control y clasificación de las capacidades físicas, delimitando alcances y limitaciones de cada estudiante. De igual manera según Moreno & Pulido (2009), seguidos por Iglesias et al. (2017), implican el sistemático desarrollo de las diferentes capacidades y habilidades físicas que poseen los mismos.

Estudios realizados por Díaz et al. (2022), en las diferentes facultades de la ESPOCH, relacionados con la detección de talentos dentro de la población estudiantil han evidenciado que tener una buena selección de talentos resulta primordial en el

aseguramiento de los resultados deportivos, es por ello por lo que, enfatizar en la valoración oportuna de los indicadores antropométricos de los estudiantes, continúa constituyendo un tema de gran interés para la universidad.

En correspondencia a lo señalado y basado a investigaciones realizadas por los autores Obregón et al. (2020), en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), se ha evidenciado la necesidad de continuar perfeccionando los programas docentes-educativos de Educación Física aplicada a estudiantes universitarios.

En este mismo ámbito, otros autores como Fresneda et al. (2013), enfatizaron en la necesidad de perfeccionar el programa de educación física en el contexto universitario, señalando que se requería incorporar otros elementos didácticos que posibilitaran lograr el perfeccionamiento de las capacidades y habilidades físicas específicas de los estudiantes universitarios, en concreto lo relacionado con la esfera de actuación motriz. Todo lo cual incide de manera fundamental en el desarrollo de las actividades deportivas de los estudiantes universitarios.

Considerando lo planteado la presente investigación tiene como objetivo: Reflexionar sobre la prospectiva del deporte universitario en la ESPOCH para el establecimiento de una estrategia integral para su desarrollo y sustentabilidad.

- *Barreras para la práctica deportiva en estudiantes universitarios*

Está evidenciado que en la actualidad la Actividad Física, ha alcanzado una relevancia considerable, constituyendo una de las formas directas relacionadas con la protección y la promoción de la salud y una vía apropiada para el logro de una buena calidad de vida, sin embargo, aún queda mucho por hacer. En este sentido las universidades deben de igual forma, precisamente para cumplir el objetivo relacionado con el desarrollo del deporte, evaluar de manera realista las diferentes barreras, que dentro de la población estudiantil, atentan contra la realización sistemática de las prácticas deportivas, dado que, no obstante a reconocerse la importancia de práctica de la actividad física y deportiva, tenemos en contraste, que la inactividad física y los hábitos de vida sedentarios van en aumento.

En esta línea estudios realizados por Cocca et al. (2013), seguidos por Moreno et al. (2014), han evidenciado problemas con las costumbres sedentarias y la incidencia de los niveles de practica de actividad física entre los estudiantes universitarios, los cuales según su apreciación tienen una tendencia a la disminución; concluyendo que un aspecto de primordial relevancia lo constituye el conocer cuánto motivado, o qué grado de interés, tiene una determinada población de estudiantes universitarios hacia la práctica de actividades físicas; destacando en su estudio la importancia de conocer el grado de placer e interés que poseen los estudiantes universitarios hacia la realización sistemática de estas actividades.

En esta dirección, investigaciones efectuadas por Wuang & Su (2012), han confirmado la relación existente entre el placer hacia la práctica de la actividad física en los estudiantes universitarios y la elevación de los niveles de participación en las actividades físicos-deportivas de los mismos.

En correspondencia con las barreras que se presentan entre los estudiantes universitarios para la práctica de deportiva, estudios realizados por Niñerola et al. (2006), evidenciaron que las mismas están dadas por la falta de motivación o por no contar con tiempo dado a las obligaciones académicas, por su parte Cecchini & González (2008), identifican con ello la falta de tiempo, motivación y las limitaciones de instalaciones deportivas en las universidades. En investigaciones similares realizadas por Flores & Ruiz (2010), se resalta que la falta de tiempo, la motivación y el no encontrar placer en la realización de actividades físicas y deportivas son aspecto que constituyen importantes barreras dentro de los estudiantes universitarios.

Considerando lo planteado, es primordial que las universidades se orienten en el diseño de propuestas conducentes a contrarrestar las barreras existentes para la práctica de la actividad física y deportiva de los estudiantes universitarios de forma sistemática y placentera, en las que prime una adecuada promoción que posibilite la elevación de los niveles de disposición en los estudiantes para la realización de este tipo de actividades.

Es por lo anterior, que en concordancia con Naranjo et al. (2015), las estrategias y programas encaminados al desarrollo de la práctica deportiva entre los estudiantes universitarios y el conseguir el logro de su bienestar estudiantil, deben en primer lugar estar orientados a disminuir la percepción de estas barreras por los estudiantes universitarios, de modo tal que conlleve a una elevación de la disposición para la realización de actividades físicas y deportivas de forma sistemática.

- *La deserción deportiva de los talentos deportivos*

En esta línea de pensamiento otro aspecto de trascendental importancia para el logro de la sistematización en la práctica deportiva universitaria radica precisamente en la atención que debe darse en cuanto a la deserción de los talentos deportivos.

En correspondencia con ello, se comparte con Benet et al. (2006), al señalar que, en el caso de los deportistas universitarios de alto nivel, durante su preparación para la competencia, se exige una gran dedicación, que requiere de muchas horas de su tiempo, tanto para los entrenamientos, como para la competición y para los desplazamientos, los cuales interfieren, generalmente, en su proceso de formación académica. Al respecto Simiyu (2010), es del criterio, que deben crearse entornos de aprendizajes que permitan la integración del estudiante deportista universitario a las actividades académicas universitarias.

Sin lugar a duda este aspecto constituye otra de las problemáticas que afectan de manera sustancial a los estudiantes universitarios, dado principalmente por la exigencia académica que los mismos requieren. En articulación con lo expuesto resulta fundamental los aportes de Olaya et a. (2019), al afirman que tanto en las etapas de formación deportiva como en la de participación en alta competencia, existe un carácter conflictivo, dado por la relación entre los procesos académicos y la propia vida deportiva, y ello se evidencia en la medida en que la disposición del tiempo debe organizarse en armonizar las actividades deportivas, las actividades académicas y el apropiado para el descanso de tal manera que el estudiante-deportista pueda dar respuesta de forma satisfactoria en cada aspecto y que posibilite el cumplimiento de las exigencias que estas demandan.

Los autores precedentes con los cuales de comparte alegan que los estudiantes universitarios que practican deportes confrontan una enorme dificultad al tener que enfrentar esta condición dual, que puede dar lugar al abandono de los estudios por los mismos o a su vez a la deserción en el deporte. Enfatizan en la necesidad de conocer las estrategias que de forma individual utiliza cada estudiante- deportista para esquivar estas dificultades, de forma que puedan armonizar las actividades académicas con las deportivas, permitiendo evaluar los aportes, procedimientos, propuestas y sugerencias que se desprende de sus experiencias individuales, lo cual debe ser tenido en cuenta en la elaboración de un programa académico.

En estudios realizados por Chávez & Calero (2015), en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), relacionados con los factores que han incidido en la deserción deportiva en esta universidad, se constató que los mismos están motivados por el cambio de nivel de estudios, concluyéndose que, mayormente han influido en ello en mayor medida los factores socioeconómicos, como son, las nuevas responsabilidades académicas, vivir en otra ciudad distante de la universidad e interferir los horarios de estudio con el de los entrenamientos. También incidieron los factores físicos tales como, la presencia de cansancio al iniciar las prácticas deportivas habituales y el sentir dificultades para desarrollar las actividades diarias. Destacan además la influencia de los factores psicológicos como son la pereza, la falta de concentración en el deporte y la falta de reconocimiento deportivo, lo cual incide en los niveles de desmotivación que se pueden presentar.

- *La práctica de actividades físicas -deportivas en la ESPOCH. Estrategia para su desarrollo y sustentabilidad*

Teniendo en cuenta todos los aspectos anteriormente detallados, es imprescindible que la ESPOCH oriente acciones encaminadas a la adecuación del modelo pedagógico, como elemento que regula las dinámicas institucionales, de manera que posibilite incorporar mecanismos de proyección dirigido a la innovación y creatividad de las didácticas permanentes de enseñanza, las cuales deberán ser activas y generadoras para que

promuevan un cambio integral, que realmente respondan a la necesidades de los estudiantes- deportistas universitarios.

En este sentido, las acciones a implementar definirán la relación dinámica estructurada entre docente- estudiante e institución académica, en la que le corresponde al docente la tarea de formación y el desarrollo de competencias del estudiante, dentro de los que se incluyen, además del conocimiento, las actitudes, los valores y las habilidades y a la institución académica, el desarrollo de un modelo pedagógico integral, que consiga la concreción de una prospectiva de carácter futurista, en la que las dinámicas a alcanzar, satisfagan las exigencias y requerimientos de los estudiantes, para la realización de las diferentes actividades que conforman su formación integral, donde una de las más importantes lo representa la actividad deportiva, en sus diferentes fases de iniciación, desarrollo y alta competición.

Es por ello, que enfatizamos en que las prospectivas de la enseñanza-aprendizaje, ya sea en la educación física, el deporte y la actividad física, esté dirigida al replanteo de las estrategias de enseñanza, y a la manera en que se transmiten las competencias al estudiante, de forma que estén encaminadas a la eliminación de las diferentes barreras, que como se han detallado, atentan contra el normal desarrollo del estudiante- deportista universitario de la ESPOCH. De igual manera es importante desarrollar acciones que garanticen encontrar el equilibrio entre los desafíos que enfrentan los estudiantes universitarios al afrontar tanto a las exigencias de la vida académica como deportiva.

### Metodología

En el estudio se utilizó una metodología descriptiva, no experimental. Basada en métodos teóricos dentro de estos el histórico-lógico, analítico -sintético, inductivo-deductivo y la revisión documental, lo cual permitió realizar la revisión de la literatura precedente y establecer los argumentos esenciales relacionados con el tema. Se establecieron criterios referentes a las prospectivas del deporte universitario en la ESPOCH teniendo en cuenta los factores determinantes que afectan este tipo de deporte, las barreras que en este inciden y la deserción estudiantil universitaria, así como la prospectiva del deporte universitario y la estrategia para el desarrollo de la actividad físico-deportiva en la esta universidad.

### Resultados

El análisis de los referentes teóricos consultados nos permite establecer cinco resultados claves:

1. Los estudios realizados por diversos autores, tales como Pérez et al. (2014), señalan que se hace primordial en el accionar universitario, el lograr avances en el conocimiento de las conductas sobre las actividades físicas y deportivas de los jóvenes universitarios, sus factores determinantes, así como las motivaciones que

- inducen a mantener una conducta sedentaria y asociadas al consumo de tabaco, de alcohol y las drogas, ello debe constituir un propósito significativo asociado a la calidad de vida de los mismos y a su propio desarrollo humano y social.
2. Las estrategias y programas encaminados al desarrollo de la práctica deportiva entre los estudiantes universitarios y el conseguir el logro de su bienestar estudiantil, de acuerdo con Naranjo et al. (2015), deben en primer lugar estar orientados a disminuir la percepción de las barreras existente en los estudiantes universitarios, que conlleve a una elevación de la disposición para la realización de actividades físicas y deportivas.
  3. Estudios realizados por diferentes autores, como Olaya et al. (2019), relacionados con la deserción deportiva de los estudiantes universitarios, indican que los mismos confrontan una enorme dificultad al tener que enfrentar esa doble condición, otros autores como Chávez & Calero (2015), en estudios realizados en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), concluyeron que, mayormente han influido en ello factores físicos, socioeconómicos y psicológicos.
  4. La visión prospectiva de la enseñanza-aprendizaje en la ESPOCH, específicamente en la educación física, el deporte y la actividad física, debe estar dirigida al replanteo de las estrategias de enseñanza, y a la manera en que se transmiten las competencias al estudiante, de forma que las mismas estén encaminadas a la eliminación de las diferentes barreras, que atentan contra el normal desarrollo del estudiante- deportista universitario de la ESPOCH.
  5. Se hace imprescindible que, basado en la visión prospectiva de la ESPOCH, se aplique el Plan Integral para el desarrollo de la actividad físico-deportiva, el cual cuenta con objetivos generales y específicos que están en concordancia con las falencias y barreras que actualmente afectan a los estudiantes universitarios que realizan prácticas de actividades físicas y deportivas.

Considerando lo planteado se requiere analizar prospectivamente el desarrollo del deporte universitario en la ESPOCH, para lo cual se propone tener en cuenta los siguientes aspectos:

#### *Prospectiva futurista del deporte universitario en la ESPOCH*

a finalidad de la prospectiva es lograr la formación integral de los estudiantes universitarios de la ESPOCH, en la que las actividades físicas y deportivas juegan un rol básico, permitiendo el completo desarrollo educativo, físico y psicológico como complemento a su formación y perfeccionamiento de sus competencias.

Esta prospectiva incluye las siguientes direcciones:

- La posibilidad de la realización de actividades físicas y deportivas constituirá un elemento estratégico y diferenciador de la ESPOCH. Para cumplimentar de manera óptima este aspecto, la práctica de las actividades físicas deportivas deporte en la universidad, debe estar asegurada para todos los estudiantes, estableciéndose los mecanismos necesarios que eliminen los diferentes tipos de barreras anteriormente detalladas, incluyendo aquellas que se relacionen con la accesibilidad para los estudiantes que puedan presentar algún tipo de necesidad educativa asociada o no a una discapacidad.
- La Universidad como institución de excelencia y de referencia, deberá sistemáticamente ofrecer programas deportivos que se gestionen eficientemente, de forma que aseguren la calidad del servicio ofrecido tanto a los estudiantes como a la comunidad universitaria en su conjunto.
- La actividad deportiva en la ESPOCH estará de forma total integrada en las estrategias educativas de la Universidad, por lo que facilitará la aproximación de estudiantes a las actividades físicas y deportivas durante su etapa universitaria, contribuyendo a su formación y forma futura de vida.
- Deberá incrementar el desarrollo de programas de investigaciones, que tenga como eje central las investigaciones relacionadas con la actividad física y deportiva de los estudiantes universitarios y las acciones de mejora para su práctica.
- Implementar un programa de formación continua de profesionales, relacionados específicamente con el ámbito físico - deportivo, en cooperación con los distintos departamentos académicos y teniendo en cuenta la oferta de actividades y servicios deportivos en la universidad.
- Los estudiantes universitarios de la ESPOCH contarán con las facilidades para participar de manera activa en los eventos y actividades deportivas que realizará internamente la institución, en los eventos interuniversidades, regionales, nacionales e internacionales.
- Se asegurará todas las facilidades, a los deportistas de alto rendimiento, para que puedan desarrollar sus estudios de forma paralela a sus actividades deportivas. La institución deberá facilitar la respectiva conciliación para que los estudiantes finalmente obtengan su titulación académica.
- Garantizará que todas las actividades físicas y deportivas que organice la universidad estarán abierta a la sociedad, tales como actividades, actos, uso de instalaciones y otros eventos, que promuevan la aproximación de la universidad a

la comunidad. De igual forma la ESPOCH debe participar en programas externos comunitarios, de manera que la vinculación universidad-sociedad, beneficie ambos programas.

- Se potenciará las acciones constructivas y de mantenimiento de las instalaciones deportivas de la universidad, de manera que beneficie al normal desempeño de las actividades físicas y deportivas, que garantice la práctica de estas actividades por los estudiantes y la comunidad universitarios en general.

### *Estrategia para sustentabilidad de las actividades físico-deportivas en la ESPOCH*

Se parte de considerar que la estrategia para el desarrollo de la actividades físico-deportivas debe estar en concordancia con el modelo educativo de cada universidad, fundamentando como base para su desarrollo tener en cuenta las falencias y barreras que actualmente afectan a los estudiantes universitarios que realizan prácticas deportivas,

Atendiendo a ello se propone considerar los siguientes Objetivos generales:

Objetivo No 1- Garantizar la práctica regular de actividades físicas y deportivas, con la finalidad de contribuir a la formación integral de los estudiantes, así como fomentar la práctica deportiva educativa y saludable de la totalidad de la comunidad universitaria.

- ✓ Desarrollar una oferta variada de actividades físicos- deportivos en la universidad, que permita disponer de los estudiantes, las herramientas necesarias para la práctica de estas actividades, que permitan completar su formación integral, así como promover la práctica física educativa orientada a la salud, el aprendizaje deportivo y el de la competición para toda la comunidad universitaria.
- ✓ Creación de programas orientados a la evaluación del estado de la condición física y de salud, desde la visión de la actividad física y el deporte.

Objetivo No 2.- Realizar el diseño de programas de capacitación y potenciación de formación de profesionales y personal especializado en actividades físicas y deportivas, que contribuyan al desarrollo de estas actividades entre los estudiantes universitarios.

- ✓ Implementación de programas de estudio, que servirán de apoyo a estudiantes-deportistas de alto rendimiento.
- ✓ Organizar cursos de capacitación para los profesionales que laboren en el ámbito de las actividades físicas y deportivas.
- ✓ Implementar Programas de ayuda de formación continua del personal que labora en las actividades relacionadas con los servicios de deporte en la universidad.

Objetivo No 3.- Impulsar el desarrollo de programas de investigación deportiva, así como la transferencia de resultados, que tengan como ejes investigativos las falencias y barreras que actualmente entorpecen el desarrollo de las actividades físicas y deportivas en la ESPOCH.

- ✓ Realizar una evaluación exhaustiva sobre el estado actual de la práctica de actividades físicas y deportivas.
- ✓ Promover la realización de convenios con otras universidades e instituciones públicas y la universidad, para la realización de estudios e investigaciones en la actividad física y deporte en la universidad.
- ✓ Elaboración de programas de apoyo para la investigación en actividad física y deporte en la Universidad y en la comunidad.

Objetivo No 4.- Propiciar la colaboración interuniversidades y con la comunidad, al acceso a la práctica de actividades físicos- deportivas de todos los integrantes de la comunidad universitaria y la sociedad ubicada en su entorno.

- ✓ Elaborar un programa para la integración de colectivos con necesidades especiales.
- ✓ Elaborar programa de actividades físico-deportivas como universidad abierta a la comunidad.
- ✓ Fomentar la imagen del deporte universitario como vehículo de transmisión de valores de orden comunicativo con la sociedad

Es importante resaltar que para el desarrollo de la estrategia se requiere organizar el proceso por etapas. El mismo comprende 5 etapas, las cuales permitirán el flujo y desarrollo de la estrategia, así como su sustentabilidad; precisamente por la posibilidad de retroalimentación permanente en cuanto a resultados, como se observa el esquema de organización de las etapas.

### Figura 1

*Etapas para el plan de desarrollo de la estrategia*



## Conclusiones

La visión de la prospectiva del deporte universitario en la ESPOCH, mediante la estrategia integral, se fundamenta en lograr la formación integral de los estudiantes, en la que las actividades físicas y deportivas juegan un rol fundamental, permitiendo el desarrollo educativo, físico y psicológico como complemento a su formación y perfeccionamiento de sus competencias.

## *Referencias Bibliográficas*

Benet, A., Ratés, A., & Tarrazón, M. (2006). La formación universitaria de los deportistas de alto nivel: el Programa Tutoresport-UAB. 407-417.

<https://docplayer.es/9318172-La-formacion-universitaria-de-los-deportistas-de-alto-nivel-el-programa-tutoresport-uab.html>.

Chávez, J., & Calero, S. (2015). Factores físicos, socioeconómicos y psicológicos que inciden en la deserción deportiva en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. X Congreso de Ciencia y Tecnología. ESPE 2015. [file:///C:/Users/User/Downloads/dgarccos,+C9\\_Articulo\\_6%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/dgarccos,+C9_Articulo_6%20(2).pdf).

Cecchini, J., & González, C. (2008). Motivos por los que los estudiantes universitarios no practican deporte. Revista Fuentes. Volumen 8. Tema monográfico: La educación Física y el Deporte en la Universidad: Docencia, investigación e innovación. [http://institucional.us.es/revistas/fuente/8/art\\_12.pdf](http://institucional.us.es/revistas/fuente/8/art_12.pdf).

Cocca, A., Mayorga, D., & Viciano, J. (2013). Relación entre niveles de Actividad Física y placer de ser activos en estudiantes universitarios. Universidad de Granada. Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte. Vol. 8, No 2, 359-372. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria Las Palmas de Gran Canaria, España. ISSN: 1886-8576. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=311128824007>.

Díaz, G., Moreno, M., Lobato, T., & Díaz, P. (2022). Los indicadores antropométricos, base para la selección de talentos deportivos: análisis y actualidad en la ESPOCH. Alfa Publicaciones, 4(1), 117–131. <https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.146>.

Flores, G., & Ruiz, F. (2010). Motivaciones de los estudiantes universitarios para nunca realizar actividades físico-deportivas de tiempo libre. El caso de la Universidad de Guadalajara RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación, núm. 17, enero-junio, 2010, pp. 34-37 Federación Española de

Docentes de Educación Física Murcia, España.  
<https://www.redalyc.org/pdf/3457/345732283007.pdf>.

Fresneda, C., Herrera, A., Álvarez, H., (2013) La Educación Física universitaria: una actualidad con perspectivas. EFDeportes.com; revista digital Año 17 No 178. Buenos Aires

Iglesias Iglesias, M. A., Díaz Valdés, K., Rojas Valdés, L. A., Mena Martínez, G., & Hernández Cruz, D. (2017). El trabajo metodológico en la superación de los profesores de Educación Física. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río*, 21(6), 125-135. <http://revcmpinar.sld.cu/index.php/publicaciones/article/view/3186/html>.

López, A. (2002). Gestión del Deporte Universitario. Actas del I Congreso de Gestión del Deporte. Valencia: Asociación de Gestores profesionales de la Comunidad Valenciana; 2002, p. 37-45.

Moreno, W., & Pulido, S. M. (2009). *Universidad, currículo y educación física*. Colombia: Funámbulos Editores. ISBN: 978-958-714-300-3. [http://viref.udea.edu.co/contenido/publicaciones/expo2009/curriculo\\_2009.pdf](http://viref.udea.edu.co/contenido/publicaciones/expo2009/curriculo_2009.pdf)

Moreno, J., Cruz, H., & Amgarita, A. (2014). Evaluación de razones de prevalencia para sedentarismo y factores de riesgo en un grupo de estudiantes universitarios. Chía-Colombia. *Revista Electrónica Trimestral de Enfermería*. Enfermería Global. Vol. 13, No 2, #34-abril. <https://scielo.isciii.es/pdf/eg/v13n34/clinica5.pdf>.

Naranjo, P., Peña, P., & Prieto, M. (2015). Barreras para la práctica de actividad física en los estudiantes de la Facultad de Educación de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – Uniminuto. Proyecto para optar al título de Licenciado en Educación Física, Recreación y Deporte. Bogotá, D.C. octubre de 2014. [https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/3409/1/TEFIS\\_NaranjoNaranjoPedro\\_2015.pdf](https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/3409/1/TEFIS_NaranjoNaranjoPedro_2015.pdf).

Navarro, J. (2008). Políticas deportivas de las instituciones de Educación Superior. *Sapiens*, 9 (2), 203-218. <https://www.redalyc.org/pdf/410/41011837012.pdf>,

Niñerola, Maymí, J., Capdevila Ortís, L., Pintanel Bassets, M. (2006). Barreras percibidas y actividad física: el autoinforme de barreras para la práctica de ejercicio físico *Revista de Psicología del Deporte*, vol. 15, núm. 1, pp. 53-69. Universidad de les Illes Balears Palma de Mallorca, España. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=235119204005>.

- Obregón Vite, G.A., Santillán Altamirano, H., Santillán Obregón, R.R., & Vásquez Cáceres, M.G. (2020). Programa universitario ESPOCH de Educación Física. La resistencia-fuerza abdominal como indicador de la capacidad física. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 25(268), 91-100. <https://doi.org/10.46642/efd.v25i268.2528>
- Olaya, R., Rincón, J., & Shaw, R. (2019). Deserción estudiantil universitaria en estudiantes-deportistas. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/31017/DESERCIÓN%20UNIVERSITARIA%20EN%20ESTUDIANTES%20DEPORTISTAS.pdf;jsessionid=199AE6771806495846CAA480CE901D56?sequence=1>.
- Pérez, G., Lanio, F., Zelarayán, J., Márquez, S., (2014). Actividad física y hábitos de salud en estudiantes universitarios argentinos. *Nutr. Hosp.* vol.30 no.4 Madrid oct. 2014. *versión On-line* ISSN 1699-5198 *versión impresa* ISSN 0212-1611. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v30n4/26originaldeporteyejercicio01.pdf>.
- Simiyu, N. (2010). Individual and institutional challenges facing student athletes on U.S. college campuses. *Journal of Physical Education and Sports Management*, 1, 16-24. [https://www.academia.edu/7222196/Individual\\_and\\_institutional\\_challenges\\_facing\\_student\\_athletes\\_on\\_U\\_S\\_college\\_campuses](https://www.academia.edu/7222196/Individual_and_institutional_challenges_facing_student_athletes_on_U_S_college_campuses).
- Wuang, Y. & Su, C. (2012). Patterns of participation and enjoyment in adolescents with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 33(3), 841-848. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22245731/>.
- Zea Robles, A. C. (2018). Relación entre el porcentaje de grasa y las capacidades físicas básicas en estudiantes universitarios. *Rev. Colombiana de rehabilitación*, Vol 17(2), 82-92. ISSN: 2619-5879. 1692-1879. <file:///C:/Users/User/Downloads/22-27-PB.pdf>.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## La nueva gestión de gobernanza para las instituciones públicas del estado

*The new governance management for state public institutions*

<sup>1</sup> Andrés Gustavo Loza Torres  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
[andres.loza@esPOCH.edu.ec](mailto:andres.loza@esPOCH.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0001-9035-765X>

<sup>2</sup> Andrea del Pilar Ramírez Casco  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.  
[andrea.ramirez@esPOCH.edu.ec](mailto:andrea.ramirez@esPOCH.edu.ec)



<https://orcid.org/0000-0002-1128-2272>



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/05/2022

Revisado: 24/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 26/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2247>

Cítese:

Loza Torres, A. G., & Ramírez Casco, A. del P. (2022). La nueva gestión de gobernanza para las instituciones públicas del estado. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 200-216. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2247>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

*Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>*

**Palabras claves:**

Gestión de gobernanza, instituciones públicas, gobierno, sociedades, servicios publicados.

**Keywords:**

Governance management, public institutions, government, companies, published services.

**Resumen**

Las instituciones son entidades que contienen normas para el desarrollo de las sociedades y permiten la convivencia entre los individuos, Estas son establecidas para regir el comportamiento social y por la cual su cumplimiento busca obtener los mejores resultados. El objetivo de esta investigación es analizar la nueva gestión de gobernanza para las instituciones públicas del Estado. El diseño metodológico es documental bibliográfico. Como conclusión se puede indicar que, para lograr el éxito de la gobernanza en las instituciones públicas, deben existir vínculos importantes entre el gobierno, la sociedad y otros actores sociales que permitan poder cubrir las necesidades que presente cada uno de los participantes. Asimismo, las instituciones públicas con mayor transparencia tienden a obtener más apoyo de parte de la sociedad, pues sienten que son atendidos y tomados en cuenta y así cumplen con sus responsabilidades en cuanto al pago de tributos que son destinados a la mejora de los servicios públicos, de la misma manera una buena gestión de gobernanza permite que los ciudadanos tomen parte de las decisiones, y el gobierno conoce que los recursos económicos utilizados son reducidos por lo que procuran que estos sean utilizados de manera comedida y cubrir gastos necesarios.

**Abstract**

Institutions are entities that contain rules for the development of societies and allow coexistence between individuals. These are established to govern social behavior and for which their compliance seeks to obtain the best results. The objective of this research is to analyze the new governance management for public institutions of the State. The methodological design is bibliographic documentary. As a conclusion, it can be indicated that to achieve the success of governance in public institutions, there must be important links between the government, society and other social actors that allow meeting the needs presented by each of the participants. Likewise, public institutions with greater transparency tend to obtain more support from society, since they feel that they are taken care of and considered and thus fulfill their responsibilities regarding the payment of taxes that are destined to the improvement of public services. In the same way, good governance management allows citizens to take part in the

---

decisions, and the government knows that the economic resources used are reduced, so they try to use them in a measured way and cover necessary expenses

---

### Introducción

Las instituciones son entidades que buscan orientar las acciones de los individuos por medio de protocolos previamente establecidos. En este sentido Hodgson (2011), comenta que las instituciones hacen posible el pensamiento ordenado, las expectativas y la acción al imponer a las actividades humanas una forma y una consistencia. Es decir, las instituciones son entidades que contienen las normas para el desarrollo de las sociedades las cuales permiten la convivencia entre los individuos.

Estas normas son realizadas por los mismos individuos que buscan regir el comportamiento social y por la cual su cumplimiento busca obtener los mejores resultados. Según Richard (1995, citado por Fuentelsaz et al., 2016), las instituciones son estructuras regulativas, normativas y cognitivas que dan estabilidad y sentido a la conducta social. Por lo que, estas se encuentran en una constante evolución y progreso.

Por otra parte, las organizaciones son un conjunto de personas que, utilizando medios y recursos de muy distinto tipo, van a realizar una serie de actividades dirigidas a conseguir un objetivo común (Pereda & Berrocal 1999). Del mismo modo, existen organizaciones que buscan el bienestar colectivo como lo son las instituciones públicas. Es por ello, que estas organizaciones juegan un papel importante, porque además de velar por el desarrollo de las actividades sociales, también es un gran aportador de mano de obra o generador de empleo. Además, tienen la funcionabilidad de darle estabilidad, a través de sus mecanismos, a los desarrollos sociales de las comunidades. Así mismo González (2010), plantea en su investigación que las instituciones públicas presentan una serie de objetivos tales como:

- a.- Fomento de la actividad económica (empresa cabecera de sectores industriales básicos);
- b.- lucha en precios contra monopolios privados;
- c.- promoción del desarrollo regional en áreas económicas deprimidas;
- d.- interés militar o soberanía nacional;
- e.- interés estratégico-político y
- f.- mantenimiento del empleo. (p.16)

Del mismo modo, un objetivo importante que debe destacar una institución pública es el aumento de la eficiencia y eficacia, la cual permitirá poder establecer una alta productividad que impulsará la sustentabilidad de la organización. Estas situaciones forman una cultura organizacional que permitirá que los ciudadanos, que son sus

principales accionistas, puedan disfrutar de las acciones ejecutantes de estas organizaciones.

Sin embargo, la realidad es otra, existen pérdidas en la eficiencia de las instituciones públicas. En tal sentido, las causas son diversas. Una de ellas la plantea Hodgson (2011, citado por Brugué & Gallego, 2001), el cual manifiesta que se deben a inadecuaciones del modelo, la cual es la segmentación de responsabilidades. Otras causas son: baja rentabilidad, plantillas sobrecargadas, dependencia del presupuesto, entre otros (Argimón et al., 2019).

Estas circunstancias permiten una disminución de la calidad del servicio, pero sobre todo genera una percepción errónea en los ciudadanos provocando malestar por el mal funcionamiento de la institución. Esto se suele atribuir a la sensación de lentitud burocrática en la capacidad de adaptarse y dar respuesta a los nuevos retos, a la percepción de prácticas opacas de gestión y malas prácticas en la gestión de los intereses y casos aislados de corrupción pública (Canyelles, 2011).

En este sentido, es necesario hacer cambios profundos en las políticas y mecanismos de acción dentro de las instituciones públicas y así lograr la satisfacción de sus usuarios. Esto se puede lograr a través de procesos de gestión que busquen exponer sus funciones e informaciones por medio de las TIC. Estos procedimientos se logran gracias a la implementación de la Nueva Gestión Pública (NGP). Según García (2007), se define como:

La NGP persigue la creación de una administración eficiente y eficaz, es decir, una administración que satisfaga las necesidades reales de los ciudadanos al menor coste posible, favoreciendo para ello la introducción de mecanismos de competencia que permitan la elección de los usuarios y a su vez promuevan el desarrollo de servicios de mayor calidad. (De la Garza et al., 2018, p. 34)

Por lo tanto, esta investigación tiene como objetivo analizar la nueva gestión de gobernanza para las instituciones públicas del estado. La metodología es de tipo documental-bibliográfica.

### Metodología

Una de las partes más importantes dentro de la investigación es el desarrollo procedimental, el mismo que está basado en la aplicación de métodos que conllevarán a la consecución del objetivo general. La metodología de investigación es descrita por Sánchez et al. (2018), como un conjunto de supuestos que subyacen en las explicaciones e interpretaciones sobre los métodos de investigación que configuran las diferentes metodologías. Asimismo, la metodología se podría entender como la descripción

detallada de cómo se va a lograr los objetivos específicos de la investigación (Isaza & Rendón 1982).

La metodología empleada para esta investigación es de diseño bibliográfico de tipo documental. El diseño bibliográfico se basa en un desarrollo procedimental y sistemático de documentos, como artículos científicos, libros, ensayos, trabajos de grado y páginas web, donde se describen los temas de interés de la investigación a realizar. Esto es lo que se denomina fuentes de investigación y se describen a continuación:

- Fuentes primarias: Es aquel material que se obtiene directamente y proporcionan datos de primera fuente. Por ejemplo: libros, artículos científicos, monografías, tesis, documentos oficiales y otros.
- Fuentes secundarias: Son compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas o sea son listados de fuentes primarias.
- Fuentes terciarias: Se refieren a documentos que compendian nombres y títulos de revistas u otras publicaciones periódicas, así como los boletines, conferencias, catálogos de libros que contienen referencias y datos bibliográficos (Henríquez & Zepeda, 2003, p.26).

Este proceso metodología, por tanto, es descriptivo e interpretativo. En otras palabras, La consulta bibliográfica tiene una mejor concepción del problema, le ayuda a descartar posibles respuestas o le hace ver que otras posibilidades existen como causas de ese problema (Garcés, 2000).

De la misma manera Palella & Martins (2006), mencionan que el propósito de este tipo de investigación se basa en planificar un trabajo con la finalidad de profundizar un tema o problema de manera que el investigador pueda realizar algunas prácticas como:

- Analizar problemas en el área de la especialidad con el fin de describirlos e identificar factores y vías de solución.
- Análisis de propuestas, modelos, estrategias o recursos para establecer factibilidad de aplicación.
- Estudios analíticos-críticos sobre concepciones y enfoques de cualquier área (Palella & Martins, 2006, p.90).

En este sentido, el desarrollo documental es fundamentada a través de buscadores virtuales que se disponen en el internet como: *Scopus*, *Scielo*, *Web of Science*, *Google Scholar* y *Elsevier*. Dentro de estas plataformas se considerar utilizar palabras claves que describan el desarrollo de la investigación. Luego, se procede a un análisis exhaustivo de información que pueda servir para generar los conocimientos necesarios en el lector del documento a realizar.

## Resultados

### *Realidad y desafíos de la gestión pública*

Una parte fundamental para el desarrollo de la sociedad es que su infraestructura social, política y económica se mantenga en constante equilibrio, lo que refleja es que sus acciones sean para solventar, principalmente, las necesidades de los individuos. Por lo cual, es la gestión pública la garante de que este equilibrio se cumpla a través de leyes, normas y mecanismos que deben regular las principales instituciones públicas.

Las instituciones públicas para cumplir con dicho funcionamiento requieren de compromisos financieros, políticos y éticos. El satisfacer las necesidades de la sociedad requiere de gastar recursos financieros, porque de ella emana una cantidad de empresas públicas, cada uno con una misión y objetivos específicos, pero que todas cumplen con el mayor de los objetivos de la institución pública que es eficiencia, eficacia, calidad y productividad.

Asimismo, estas características tan necesarias en las instituciones públicas también manifiestan que el principal beneficiario es el ciudadano por lo que debe cambiar la percepción, dentro de estos organismos, sobre estas personas tratándolas de clientes cual organización privada. Esto no debe desorientar el fin común de estas instituciones la cual es la gestión política de los recursos; es decir, de que su interés público no es el lucro, sino que el sistema de coordinación es administrativo y legal, más que dirigido por el mercado (Bresser 2006).

Pero, la realidad es que las instituciones públicas, en su gran mayoría, no cumple con estas características, por lo que genera malestar en el ciudadano debido a que no siente que el organismo no está comprometido con los factores sociales. Para evitar esta situación Berman (1997, citado por García, 2007), señala tres estrategias:

La primera, consistiría en explicar que pretende hacer el gobierno para servir los intereses generales; la segunda estrategia iría encaminada a incorporar a los ciudadanos como input en el proceso público de decisión; y, por último, la necesidad de que el sector público defienda su reputación, mostrando el grado de eficiencia alcanzado en el proceso. (García 2007, pp.52-53)

Buscar la garantía de los procesos administrativos y financieros influye directamente en el discernimiento de la sociedad. Cumplir con las exigencias de la sociedad permite un cambio de paradigma dentro de la gestión pública, por lo que trata de un cambio en la forma cognitiva de los funcionarios, así como de cambios en la infraestructura. Esto lo referencia Martínez (2010), el cual comenta que “Satisfacer estas exigencias implica reestructuraciones institucionales, reorientaciones políticas y una gestión pública que permita una acción eficiente, oportuna y eficaz. Por ello, la coherencia y la coordinación

de políticas son cuestiones que exceden arreglos estructurales, metodologías específicas y capacidades técnicas” (p. 17).

En este sentido, el ciudadano al detallar los cambios significativos dentro de las instituciones públicas, donde se demuestra la eficiencia, eficacia, calidad y productividad, empezará a producir cambios en su forma de actuar y pensar para el desarrollo de la sociedad. Guy (2003) señalan que, si una institución logra influir sobre la conducta de sus miembros, estos reflexionarán más sobre si un acto se ciñe a las normas de la organización que sobre cuáles serán las consecuencias para ellos.

Esto permite un sistema de reciprocidad que buscará el crecimiento de la sociedad. Para el fortalecimiento de esta vinculación es necesario implementar una serie de instrumentos que permitan la comunicación. Este valor agregado de las instituciones públicas generará confianza entre las partes. La herramienta más importante proviene de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) como lo es el internet. Este medio vislumbra una nueva filosofía de gobierno, una modalidad de gestión pública más transparente, participativa y colaborativa. entre estado y sociedad civil, a través de una comunicación de doble vía entre gobierno y ciudadanía (Oszlak, 2013).

Por otra parte, dentro de Ecuador se presentan los mismos problemas que se plantean a nivel mundial, que no es más que la búsqueda de los factores que inciden dentro de la eficiencia, eficacia, calidad y productividad de los servicios ofrecidos en las instituciones públicas. Esto empieza a cambiar desde la implementación de nueva visión dentro de la carta magna del país. En el Artículo 227 de la Constitución de la República de Ecuador, realizada por la Asamblea Constituyente (2008), señala que “La administración pública constituye un servicio a la colectividad que se rige por los principios de eficacia, eficiencia, calidad, jerarquía, desconcentración, descentralización, coordinación, participación, planificación, transparencia y evaluación” (p.117). Por lo que, para que ocurra un cambio en el paradigma cultural y social de la población ecuatoriana entonces debe empezar por las instituciones públicas del estado.

La misma constitución de la república manifiesta que las empresas públicas son generadas por las instituciones pertinentes con el fin de garantizar las necesidades de los ecuatorianos, tal como se manifiesta en el Artículo 315 de la Constitución de la República, donde “la creación de empresas públicas es para la gestión de sectores estratégicos, la prestación de servicios públicos, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales o de bienes públicos y el desarrollo de otras actividades económicas” (Asamblea Constituyente, 2008, p.149).

En este sentido, las instituciones públicas del estado ecuatoriano buscan siempre catalizar mecanismos que permitan un mejor servicio, por lo que es importante conocer la forma como se están gestionando actualmente y a partir de este conocimiento poder definir los

cambios necesarios para lograr instituciones que aporten al mejoramiento de las condiciones de vida de la sociedad (Naranjo, 2010).

*Importancia de la gobernanza*

El desarrollo de las sociedades ha sido a través de la generación de conocimiento que ha permitido que las ideas formuladas formaran parte de las soluciones a las principales necesidades. Para lograr un efecto colectivo se crearon instituciones que velaban por el cumplimiento o distribución de los productos o servicios que mejoraban la calidad de las personas. Estas instituciones generaron normas y leyes las cuales manifestaban los protocolos de acción que se deberían cumplir por cada individuo u organización, por lo que para un desarrollo óptimo se debería de gestionar o gobernar. Es aquí donde se empieza a manifestar la gobernanza como medio para solventar las necesidades de la sociedad.

Este término no solo es de carácter público, sino que trasciende a las demás aristas sociales, económicas, productivas y culturales de la sociedad, porque se define como las estrategias que permiten desarrollar las formalidades para el desenvolvimiento de la sociedad, instituciones públicas, organismos privados y entes no gubernamentales. Para el desarrollo de la presente investigación es la gobernanza pública la que genera el interés. En este sentido, la gobernanza no es más que el medio para gestionar las acciones que apoyen el progreso de la sociedad a través de mecanismos que sean eficientes, eficaces y productivos. Asimismo, existen una variedad de contenidos esenciales en el concepto de gobernanza pública, las cuales se pueden visualizar a través de la tabla 1.

De la misma manera, la gobernanza depende de la relación capacidad y eficacia de los directivos que desarrollan las acciones sociales, económicas y políticas del gobierno. Para poder cumplir con las condiciones de la relación de gobernanza se debe desarrollar la misma a través de tres niveles interdependientes, estos se desarrollan en la tabla 2.

**Tabla 1**

Variedad de contenidos esenciales del concepto de Gobernanza

CONTENIDOS ESENCIALES	CARACTERÍSTICAS
<i>Proceso de dirección / Gobernación de la sociedad</i>	Es el proceso mediante el cual sectores, grupos y personalidades de la sociedad definen sus objetivos de convivencia y supervivencia, las acciones específicas que habrán de llevar a cabo a fin de realizar los objetivos de importancia social y las formas como organizarán y coordinarán sus acciones y productos. Gobernanza se refiere al proceso social de definición del sentido de la dirección de la sociedad y de construcción de la capacidad de dirección de una sociedad.
<i>Actividad de orientación</i>	Orienta a la sociedad hacia determinados fines generales y objetivos particulares preferidos

**Tabla 1**

Variedad de contenidos esenciales del concepto de Gobernanza (Continuación)

CONTENIDOS ESENCIALES	CARACTERÍSTICAS
<i>Actividad de afectación</i>	Define y lleva a cabo las acciones que se consideran idóneas para realizar las situaciones sociales deseadas y que por su valía fueron establecidas como fines de la acción,
<i>Proceso estructurado, institucional y técnicamente</i>	<p>a.- La definición de los objetivos que dan orientación y sentido a la acción de la sociedad y que se considera deben ser realizados implica la referencia a un sistema de valores, producto de una larga historia social y que se plasma en principios constitucionales, normas legales de relación social e instituciones públicas y sociales.</p> <p>b.- La realización de los objetivos de los objetivos requiere normas causales de producción, que proceden de los resultados probados de ciencia, tecnología y gerencia.</p> <p>c.- La gobernanza es un proceso estable, un comportamiento estable, un patrón de comportamiento que se reproduce en el tiempo con los varios ajustes del caso y que es identificable como “modo, estilo, arte, proceso de gobierno”.</p>
<i>Proceso de dirección que incluye dos planos de decisión</i>	<p>Por un lado, se deciden las preferencias, fines, objetivos y metas de valor para la sociedad en su conjunto o para específicas circunstancias sociales y, a la luz de esas referencias valorativas, se deciden las reglas de relación (prescripciones y prohibiciones) entre autores (las instituciones) que deberán seguirse para ordenar y estabilizar las intersecciones de la vida social.</p> <p>Se trata de un proceso de decisión que incluye información y conocimiento experto, saber tecnológico y competencias gerenciales específicas, relacionadas con la definición de la especificaciones de actividades, producto y resultados, con la estimación y asignación de recursos en modo costo-eficiente, con la determinación de los compromisos (económicos o no) que asumen los participantes en la definición de la dirección, con la distribución de la autoridad y del trabajo, con las actividades de coordinación, seguimiento y evaluación de las actividades, productos y resultados.</p>
<i>Proceso de dirección que participan múltiples actores</i>	La acción colectiva requiere de una instancia / agencia de gobierno con la función de autoridad para resolver o facilitar la solución de los dos problemas centrales de toda acción colectiva: la existencia de la cooperación (coordinación, complementación, solución de conflictos) y la eficacia de la cooperación, a finde controlar tanto el conflicto como el parasitismo y oportunismo que anidan en toda acción colectiva.
<i>Proceso de dirección a partir de la interlocución entre grupos</i>	Las fallas de dirección o gobierno por la presencia de limitantes negativas, que suelen obligar a acciones para corregir y cambiar el modo de relacionarse entre los grupos sociales y de éstos con el gobierno permite avanzar hacia una mayor inclusión de grupos marginados de la deliberación pública, una mayor simetría y racionalidad (tanto dialógica y argumentativa como técnica).
<i>Proceso de dirección donde es cambiante el peso y la influencia del gobierno o de la sociedad</i>	A mayor incapacidad de la sociedad para definir y asegurar su supervivencia y convivencia es lógico y necesario que se produzca y sobresalga una instancia directiva por encima del conjunto social, con autonomía decisoria y dotada con los poderes y recursos necesarios y aun abundantes para hacer que la sociedad esté en grado de convivir y sobrevivir.

**Fuente:** Aguilar (2010)

**Tabla 2**

## Niveles interdependientes para el proceso de gobernanza

NIVELES	CARACTERÍSTICAS
<i>Gobernanza pública</i>	Es el concepto y término fundamental que refiere al proceso mediante el cual el gobierno gobierna o dirige a la sociedad.
<i>Gobierno o gobernanza del sector público / Gobierno o gobernanza de la administración pública</i>	Es el concepto y término que refiere al proceso mediante el cual el gobierno dirige o gobierna el sector público o el sistema de la administración pública en su conjunto, según las diversas modalidades de sus entidades constitutivas: administración central, descentralizada, desconcentrada, paraestatal... (o términos equivalentes según los regímenes administrativos de los países).
<i>Gobierno o gobernanza corporativa pública / Gobierno o gobernanza corporativa del sector público</i>	Es el concepto y término que refiere al proceso mediante el cual el gobierno dirige o gobierna sus específicas y particulares corporaciones u organizaciones administrativas, encargadas de realizar específicas funciones públicas y de proveer específicos bienes y servicios públicos a los ciudadanos, que están a cargo de los altos ejecutivos administrativos del gobierno (ministros, secretarios, directores generales...). Este tercer conjunto puede subdividirse e incluir el “ <i>gobierno o gobernanza de la empresa pública</i> ” que es el concepto y término que refiere al proceso mediante el cual el gobierno dirige sus empresas públicas particulares, las cuales tienen como fin último realizar objetivos de valor público para la comunidad política nacional o local, por lo que deben ser consideradas como entidades públicas y sujetarse a los principios y normas de la gobernanza pública y del sector público, pero que tienen como fin intermedio la producción y distribución de bienes y servicios que, para ser eficaces, no pueden más que operar según la lógica de los mercados y, por tanto, deben también sujetarse a los principios y requisitos del gobierno corporativo del sector privado o simplemente del llamado gobierno corporativo.

**Fuente:** Aguilar (2014)

*La nueva gestión pública como alternativa de solución*

Una de las debilidades que ha presentado la gestión pública durante los últimos años ha sido a través de la mala administración pública, lo que genera deficientes procesos y servicios, así como un difícil clima organizacional prevaleciendo una cultura dentro de las instituciones públicas de desinterés por parte de sus empleados. A razón de esta situación nace la NGP la cual permitía un ajuste a los sistemas administrativos como un cambio cultural en el recurso humano y en los aspectos gerencias de la institución. Según Aguilar (2014), este cambio impulsó reformas que cambiaron el tamaño, la normatividad, la estructura y los procesos de la administración pública que, en numerosos casos, mejoraron el desempeño gubernamental y produjeron beneficios significativos para la ciudadanía.

Estas reformas buscan generar la confianza por parte de los usuarios de las instituciones públicas a través de la implementación de sistemas productivos eficientes, eficaces, de calidad y de alta productividad organizacional. Sin embargo, es la interacción con la sociedad la que permite el desarrollo de la modernización administrativa. De la Garza et

al. (2018), comentan que los ciudadanos crearían una sinergia con el gobierno, el cual realizaría acciones para dar respuesta a las demandas ciudadanas y los ciudadanos evaluarían estas acciones, lo que provocaría un aumento en la legitimidad gubernamental.

Del mismo modo, la importancia de estas reformas ha sido desarrollada por diversos investigadores que plantean una serie de modelos que permiten analizar cuáles fueron las causas que realmente precipitaron para el desarrollo de la NGP. Estas visiones se pueden observar en la tabla 3.

Asimismo, la NGP también vence viejas culturas de la administración pública como el burocratismo y la corrupción, siendo la primera la más visualizada por la sociedad al constatar la atención en los servicios ofrecidos. Posiblemente la primera exposición de la NGPen la cual se desarrolla una crítica radical a la administración pública fue la publicación de Michael Messenet *La nueva gestión pública: Por un Estado sin Burocracia* (*La Nouvelle gestion publique: pour un Etatsans bureaucratie.1975*) (Borda, 2017).

Desde ese año 1975 a través de la publicación de la investigación donde se describe la NGP para poder vencer la burocracia. Esta debilidad manifestada por años en los mecanismos administrativos y ejecutada por el personal de las instituciones permite que los trámites y servicios sean ineficaces e improductivos generando malestar en los ciudadanos. Esto lo describe Chica Vélez (2011, citado por López, 2018), donde la NGP sustituye el modelo burocrático para establecer mercados intergubernamentales y orientar al gobierno hacia el ciudadano-cliente, desarrollar la competencia en la provisión de bienes y servicios públicos, e introducir el “espíritu empresarial” en la cultura de la administración pública. La figura 1 muestra el esquema de transición del sistema de gestión pública burocrática hacia la NGP.

**Tabla 3**

*Modelos estructurados para el desarrollo de la NGP*

Modelo elaborado por	Características
Pollitt & Bouckaert (2000)	Su modelo se integra por cuatro conjuntos de variables (“fuerzas”) interdependientes: 1) el sistema de “fuerzas socioeconómicas”, que impacta en 2) el “sistema político”. Los dos sistemas influyen a su vez en (o son decodificados por) 3) “las percepciones de la élite” o grupo directivo, que son los que definen la conveniencia, deseabilidad y factibilidad de las reformas administrativas, las cuales impactan en 4) “el sistema administrativo” y definen el conjunto, contenido y tipo de las reformas, su proceso de implementación y la evaluación de sus resultados.

**Tabla 3**

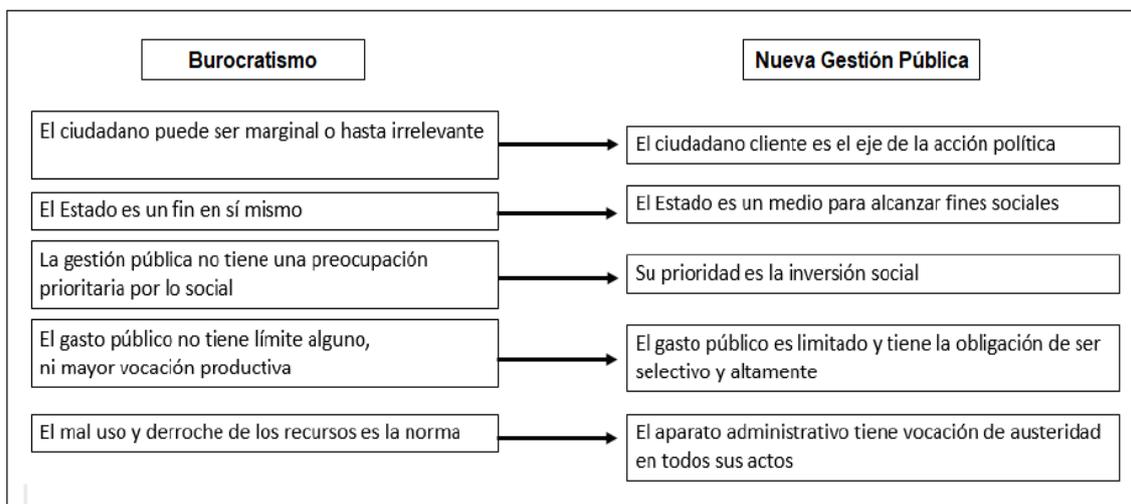
*Modelos estructurados para el desarrollo de la NGP (continuación)*

Modelo elaborado por	Características
Norman Flynn (2002)	Explica que existen tres factores causales inmediatos que son los “diagnósticos” que los gobiernos hacen de los problemas político-administrativos que enfrentan; las “decisiones” de reforma que los gobiernos toman para resolverlos; y el proceso de “implementación” de los programas de reforma. Estos tres factores se ubican a su vez en (y se desprenden de) tres contextos: <i>a</i> ) un “contexto político inmediato” (el conjunto de los problemas económicos, sociales y políticos que experimenta una comunidad); <i>b</i> ) un contexto político mayor, definido como “condiciones políticas” (que va desde el tipo de constitución, régimen, gobernanza... hasta las “posiciones políticas”, ideológicas, que la clase política tiene acerca de la relación entre Estado y mercado, sector público y privado, gobierno y ciudadanía); y <i>c</i> ) un “contexto institucional” (entendido éste como la estructura y cultura administrativa de un gobierno, el sistema sociotécnico de trabajo, la capacidad de la institución para realizar de manera eficaz los objetivos...).
Christensen & Laegreid (2003)	Ofrecen un tercer modelo explicativo de la reforma administrativa cuyo punto de partida es la distinción demasiado polarizada entre dos modelos de gobernanación: <i>a</i> ) el modelo “Estado soberano”, que es el de un Estado centralizado que busca asegurar la vigencia de los valores colectivos de su sociedad mediante el imperio de la ley y la actuación de un amplio sector público, una burocracia experta y un liderazgo político, sometido al control ciudadano al que rinden cuentas de sus actos; y <i>b</i> ) el modelo de “Estado supermercado”, que destaca el rol del Estado y del gobierno de prestadores de servicios, con eficiencia y calidad, y que considera a los ciudadanos consumidores, usuarios y clientes de productos públicos.

**Fuente:** Aguilar (2014)

**Figura 1**

*Transición entre burocratismo y nueva gestión pública*



**Fuente:** López (2018)

Lograr esta transición permite, además, generar conocimiento en la búsqueda de cambiar la cultura organizacional porque no solo es el cambio en los mecanismos o políticas sino en el desarrollo de estrategias que permitan un cambio significativo en la gestión empresarial, con el fin de mejorar la productividad, la eficiencia y la eficacia en los servicios públicos.

Del mismo modo, estas estrategias deben ir enfocadas en el desarrollo del capital humano de las instituciones públicas a través de capacitaciones educativas en pro de mejorar la gestión de la función y el desempeño laboral. En otras palabras, es fundamental una política pública de reforzamiento ético de los funcionarios públicos, lo que implica un proceso de inducción, capacitación y reforzamiento en las materias propias de la ética pública, así como también actualizar regularmente las normas y procedimientos sobre la ética pública (Pliscoff-Varas, 2017).

En definitiva, para el análisis de la nueva gestión de gobernanza es necesario comprender la importancia que tiene las instituciones públicas para la sociedad, las cuales sirven para garantizar las necesidades del colectivo por lo que una gestión de calidad debe ser su principal objetivo. Por lo tanto, un concepto que puede vincular todos estos aspectos es el desarrollado por (García, 2007).

La nueva gestión pública persigue la creación de una administración eficiente y eficaz, es decir, una administración que satisfaga las necesidades reales de los ciudadanos al menor coste posible, favoreciendo para ello la introducción de mecanismos de competencia que permitan la elección de los usuarios y a su vez promuevan el desarrollo de servicios de mayor calidad. Todo ello rodeado de sistemas de control que otorguen una plena transparencia de los procesos, planes y resultados, para que, por un lado, perfeccionen el sistema de elección, y, por otro, favorezcan la participación ciudadana. (Yelicich, 2017, p.5).

### Conclusiones

- Para lograr el éxito de la gobernanza en las instituciones públicas, deben existir vínculos importantes entre el gobierno, la sociedad e inclusive otros actores sociales que permitan poder cubrir las necesidades que presente cada uno de los participantes.
- Las instituciones públicas con mayor transparencia tienden a obtener más apoyo de parte de la sociedad, pues sienten que son atendidos y tomados en cuenta y así cumplen con sus responsabilidades en cuanto al pago de tributos que son destinados a la mejora de los servicios públicos.
- Una buena gestión de gobernanza permite que los ciudadanos tomen parte de las decisiones, y el gobierno conoce que los recursos económicos utilizados

son reducidos por lo que procuran que estos sean utilizados de manera comedida y cubrir gastos necesarios.

- Las habilidades y capacidades que posean los gobernantes son factores determinantes para poder ejercer una gobernanza más eficiente y dentro de los lineamientos establecidos, lo que permite minimizar o la no existencia de casos de corrupción y mal manejo de los recursos.

### Recomendaciones

- Las entidades públicas se ven en ocasiones envueltas en inadecuados procedimientos que generan malestar en sus usuarios, por lo que deben siempre mantener un adecuado nivel de eficiencia y eficacia en su gestión, para evitar dar malas impresiones que generen un mal funcionamiento o una disminución en la calidad de sus servicios.
- Las instituciones públicas deben adaptarse a los cambios enfrentándose a nuevos retos para evitar prácticas burocráticas y casos aislados de corrupción, esto es posible haciendo cambios en sus políticas y procedimientos, a fin de subsanar fallas presentes logrando la satisfacción de sus usuarios. Estos aspectos pueden mejorarse a través de procesos de gestión donde intervengan las Tecnologías de la Información y comunicación que servirían para mejorar e implementar una nueva gestión pública en pro del beneficio de todos los que intervienen en los procesos.

### Referencias bibliográficas

- Aguilar, Luis. (2010). *Gobernanza: El Nuevo Proceso de Gobernar*. México.
- Aguilar Villanueva, Luis Fernando. (2014). “Las Dimensiones y los niveles de gobernanza.” *Cuadernos de Gobierno y Administración Pública* 1(1):11–36. doi: 10.5209/rev\_CGAP. 2014.v1.n1.45156.
- Argimón, I., Concha, A., & González, J. (1998). *Empresa Pública y Empresa Privada: Titularidad y Eficiencia Relativa*. Vol. 53. España.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de La República de Ecuador*. Ecuador.
- Borda, Gilberto. (2017). “La Nueva Gestión Pública, Obra En Mosaico. Visión Crítica de Sus Piezas.” *INNOVAG* (2):26–34.
- Bresser, Luiz. (2006). “El Modelo Estructural de Gobernanza Pública.” *Revista Del CLAD Reforma y Democracia* (36):1–14.

- Brugué, Joaquim, & Quim Gallego. (2001). *¿una Administración Pública Democrática?* Vol. 1. Barcelona: Ariel Ciencia Política.
- Canyelles, Josep. (2011). Responsabilidad Social de Las Administraciones Públicas. *Revista de Contabilidad y Dirección* 13:77–104.
- Fuentelsaz, L., González, C., & Maicas, J. (2016). “ayudan las instituciones a entender el emprendimiento?” *Economía Industrial* (400):113–23.
- Garcés Paz, Hugo. (2000). *Investigación Científica*. 1era Edición. Quito, Ecuador: Abya-Yala.
- García, Isabel. (2007). “La Nueva gestión pública: evolución y tendencias.” *Instituto de Estudios Fiscales* 47:37–64.
- González, José Luis. (2010). *Empresa: Marco conceptual y técnicas de gestión por áreas funcionales*. Primera Ed. Bellaterra: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Guy, B. (2003). *El Nuevo Institucionalismo*. 1st ed. Barcelona, España: Gedisa Editorial.
- Henríquez, E., & Zepeda. (2003). “Preparación de Un Proyecto de Investigación.” *Ciencia y Enfermería IX* (2):23–28.
- Hodgson, G. M. (2011). ¿Qué son las instituciones? *Red de Revistas Científicas de América Latina*, 17-53.
- Isaza, J., & Rendón, J. (1982). “Guía metodológica para la formulación y presentación de proyectos de investigación.” *Revista Estudios* 1–16. doi: 10.15517/rev.v0i4.30794.
- De la Garza, D., Yllán, E., & Barredo, D. (2018). “Tendencias En La Administración Pública Moderna: La Nueva Gestión Pública En México.” *Revista Venezolana de Gerencia* 23(81):31–48. doi: 10.31876/revista.v23i81.23467.
- López, Camilo. (2018). “La Nueva Gestión Pública y Sus Factores de Riesgo Psicosocial.” *Revista Criterio Libre Jurídico* 15(2):4–9. doi: 10.18041/1794-7200/criteriojuridico2018v15n2.5493.
- Martínez, Roberto. (2010). *La Coherencia y La Coordinación de Las Políticas Públicas. Aspectos Conceptuales y Experiencias*. Buenos Aires, Argentina.
- Naranjo, Efraín. (2010). “Caracterización de La Gestión En Las Empresas Públicas.” *Revista Politécnica* 29(1):18–28.

- Oszlak, Oscar. (2013). “Estado Abierto: Hacia Un Nuevo Paradigma de Gestión Pública.” P. 35 in XVIII congreso Internacional del CLAD sobre reforma del Estado y de las Administración Pública. Montevideo.
- Palella, S., & Martins, F. (2006). Metodología de La Investigación Cuantitativa. 2da edición. Venezuela: FEDUPEL.
- Pereda, S., & Berrocal, F. (1999). El Entorno Empresarial. La Empresa, su organización y funcionamiento.” Revista Complutense de Educación 10(1):15–35.
- Pliscoff-Varas, Cristian. (2017). “Implementando La Nueva Gestión Pública: Problemas y Desafíos a La Ética Pública. El Caso Chileno.” Convergencia Revista de Ciencias Sociales 24(73):141–64. doi: 10.29101/crcs. v0i73.4241.
- Sánchez, H., Reyes, C., & Mejía, K. (2018). Manual de Términos En Investigación Científica, Tecnológica y Humanística. 1era Edición. Universidad Ricardo Palma.
- Yelicich, Carolina. (2017). Aproximaciones Al Análisis Epistemológico de La Nueva Gestión Pública. Revista de Estudios Teóricos y Epistemológicos En Política Educativa 2:1–17. doi: 10.5212/retepe.v.2.013.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Análisis del proceso de manufactura mediante proceso de ingeniería inversa de un cabezote de un motor de 100 cc. para la industria automotriz

*Analysis of the manufacturing process by reverse engineering process of a connecting rod of a 100-cc. engine for the automotive industry*

- <sup>1</sup> Edgar Fabián Sánchez Carrión  <http://orcid.org/0000-0002-8027-2799>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador,  
[esanchez\\_c@epoch.edu.ec](mailto:esanchez_c@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Edison Patricio Abarca Pérez  <http://orcid.org/0000-0001-7041-4805>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador,  
[edison.abarca@epoch.edu.ec](mailto:edison.abarca@epoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> Elvis Enrique Arguello  <http://orcid.org/0000-0001-5083-1011>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador.  
[earguello@epoch.edu.ec](mailto:earguello@epoch.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/05/2022

Revisado: 27/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 26/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2248>

**Cítese:** Sánchez Carrión, E. F., Abarca Pérez, E. P., & Arguello, E. E. (2022). Análisis del proceso de manufactura mediante proceso de ingeniería inversa de un cabezote de un motor de 100 cc. para la industria automotriz. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 217-235. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2248>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

fundición de aluminio, CAD-CAM, ingeniería inversa, aleación, moldes en arena.

**Keywords:**

Aluminum casting, CAD-CAM, reverse engineering, alloying, sand casting.

**Resumen**

**Introducción:** En el cambio de la matriz productiva a nivel nacional se establece políticas regulatorias en donde se establece que los vehículos ensamblados a nivel nacional deben tener un mínimo de 19% de piezas y partes de fabricación nacional. En este contexto se analiza el sector automotriz de mayor crecimiento.

**Objetivos:** Se establece un método para obtener los parámetros de un sistema de distribución de la colada de una fundición de un cabezote de un motor de 100 cc el cual optimice el proceso.

**Metodología:** Para la obtención del modelo con el que se va a trabajar realizar la geometría con las medidas del modelo y la marca más vendidos, tomando sus medidas mediante fotogrametría formando nube de puntos para luego generar una malla y transformándolo a un elemento sólido mediante un software de diseño mecánico para tener las propiedades físicas, el material que vamos a utilizar es el aluminio de la serie 7057 el cual nos brinda propiedades de resistencia y fácil maquinabilidad en otras.

**Resultados:** El proceso de obtención de los parámetros del sistema de fundición se lo realiza hasta obtener un error de menos del 1%, para así dar paso graficarlo en un software CAD y exportarlo a un formato STL para poder imprimir el modelo en 3D y moldearlo en nuestra arena, considerando que es el sistema más económico.

**Conclusiones:** Para obtener los parámetros del sistema de distribución del bebedero las medidas de este son 200 mm el error de los datos es menor que el 1%, obteniendo un diámetro inferior de 7.98 mm y un diámetro superior de 13.96 mm. Estos parámetros se los realiza para una fundición en arena la cual nos sirve para las formas complejas que presenta el cabezote del motor, el caudal del proceso con el que trabajamos es  $0.1217 \frac{kg}{s}$ , para el aluminio 7057, y las medidas óptimas las imprimimos en 3D con un material de PLA para obtener todas las formas que necesitamos para la fundición.

**Abstract**

**Introduction:** In the change of the productive matrix at the national level, regulatory policies are established where it is established that the vehicles assembled at the national level must have a minimum of 19% of pieces and parts of national manufacture. In this context, the fastest growing automotive sector is analyzed. **Objectives:** A method is established to obtain the parameters of a distribution

---

system of the casting of a foundry of a head of a 100-cc. engine which optimizes the process. **Methodology:** To obtain the model with which to work, make the geometry with the measurements of the best-selling model and brand, taking its measurements through photogrammetry, forming a cloud of points and then generating a mesh and transforming it into a solid element through a mechanical design software to have the physical properties, the material that we are going to use is the 7057 series aluminum which gives us resistance properties and easy machinability in others. **Results:** The process of obtaining the parameters of the casting system is conducted until an error of less than 1% is obtained, to graph it in CAD software and export it to an STL format to be able to print the model in 3D and mold it. in our arena, considering that it is the most economical system. **Conclusions:** To obtain the parameters of the distribution system of the drinker, the measurements of this are 200 mm, the error of the data is less than 1%, obtaining a lower diameter of 7.98 mm and an upper diameter of 13.96 mm. These parameters are made for a sand casting which serves us for the complex shapes that the motor head presents, the flow rate of the process with which we work is 0.1217 kg/s, for 7057 aluminums, and the optimal measures are printed in 3D with a PLA material to get all the shapes we need for casting.

---

## Introducción

Dentro del marco legal del Ecuador el gobierno en su intento del cambio de la matriz productiva estable algunas regulaciones en donde a los vehículos ensamblados a nivel nacional estable que debemos tener un 19% de piezas y partes que sean fabricadas por industrias nacionales. Con esto el gobierno hace un esfuerzo por incentivar la industria automotriz en la producción de autopartes tratando de reducir las importaciones de estos tipos de elementos provenientes en su mayoría de países asiáticos y de la región.

En este contexto el siguiente trabajo trata sobre los parámetros óptimos del proceso de fundición de un cabezote de 100 cc. para el uso de la industria nacional que cumpla las exigencias mecánicas y físicas propios de este tipo de elemento, analizando un material no ferroso aleado que cumpla con estas exigencias (Millán F, 2016). Es por esto por lo que el material con el que se va a trabajar debe cubrir los esfuerzos tanto sean de compresión, tracción, flexión entre otros que va a someter el cabezote (Sonsino et al.,

2021). El motor que se toma de referencia en la investigación es un motor de cilindraje antes mencionado ya que según cifras de la AEADE en su boletín anual del 2021 el sector de las motocicletas ha visto un incremento en sus ventas cerrando el año con un total de 165 701 unidades vendidas.

**Figura 1**  
*Ventas de motos desde el año 2011 al 2021*



**Fuente:** Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2020)

Con lo que podemos observar que es un segmento del mercado con un incremento interesante, y con las regulaciones establecidas por el gobierno es una industria objetiva del estudio.

## Metodología

Para el desarrollo de este trabajo el proceso de manufactura que vamos a utilizar es la fundición en arena la que por sus propiedades es flexible para obtener las geometrías que se necesita en la obtención del cabezote (Ayar et al., 2022). Ya que este proceso podemos fundir desde los elementos más pequeños hasta elementos de grandes proporciones y la arena va a utilizar arcilla como un tipo de aglutinante y vamos a reutilizarla para una producción en serie (Khan et al., 2021).

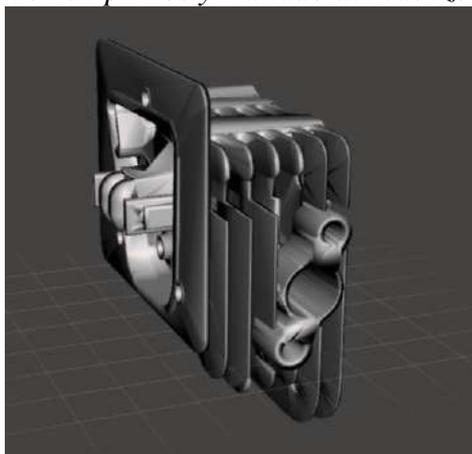
### *Obtención de la geometría del cabezote*

Para obtener la geometría aplicamos métodos de ingeniería inversa que nos permitan llegar a la geometría del cabezote que vamos a analizar (Monroy et al., 2013), del motor utilizamos fotogrametría para lograr obtener una mayor proximidad al elemento que se va a fundir, considerando que este proceso el cual se va a procesar fotografías de nuestro cabezote por lo que necesitamos condiciones de luz y una cámara que nos presten altas condiciones por lo que utilizamos un cámara de lente de 12MPx.

A nuestro cabezote tomamos 52 fotografías desde todos los ángulos posibles, y utilizamos el software de procesamientos de imágenes en la nube eyesclud3d para la generación de la nube de puntos y su posterior mallado. Este programa también nos ayuda a limitar nuestra zona de trabajo para eliminar elementos que no se necesitan, para posteriormente descargarlo en un formato STL para imprimirlo en 3D mediante FDM para tener una calidad alta (Romero et al., 2021). Para suavizar algunas curvas utilizamos el software meshmixer.

**Figura 2**

*Nube de puntos y mallado del cabezote*



Luego de esto utilizamos un software CAD para verificar las medidas con el modelo original y obtener así un modelo más fiable que nos permita obtener las propiedades más cercanas a la realidad.

Para encontrar el material que se adapte de una mejor manera a las condiciones que se necesitan en cuanto a los esfuerzo que se ve envuelto esta pieza vamos a utilizar un aluminio aleado de la serie 7057, dentro de las características tienen alrededor de un 88% de aluminio, 6% de zinc, 2.5% de magnesio y 2% de cobre. Las características principales de esta aleación es su alta durabilidad, buena resistencia mecánica, la fácil mecanización, y alta resistencia a la fatiga que es importante en este estudio debido al esfuerzo que se somete este elemento automotriz (Fisher & Schweizer, 2021). A nuestro cabezote se debe sobredimensionar el modelo en cuenta la contracción del aluminio ya sea por solidificación y por contracción térmica del sólido (Anchundia & Lindao, 2017).

#### *Mecanizado por CNC*

En esta sección se realizan los procedimientos del molde una vez fundido para que sea completamente funcional es necesario que entre a un proceso de mecanizado mediante la generación de códigos ISO el panel a utilizar es un FANUC OIM. La generación de los

códigos necesitamos un post procesador que sea compatible con el controlador del centro de mecanizado.

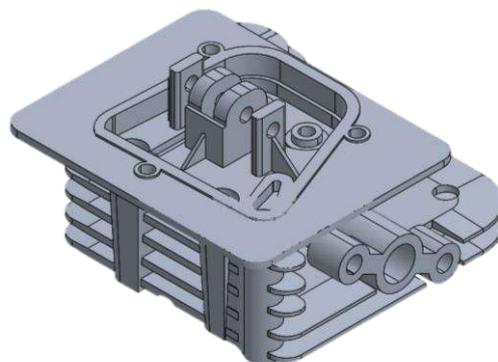
Para la obtención del elemento final fue necesario mecanizar la cavidad de la cámara de combustión para lo que fue necesario realizar un desbaste principal para luego realizar un desbaste de restos, para finalizar con un afinado para dejar la superficie acorde al trabajo que va a realizar. Es necesario verificar las trayectorias de las herramientas simulando el proceso verificando que no exista entrecruzamiento de las herramientas con el elemento mecanizado. También realizamos las perforaciones de ajuste con todos estos procesos realizamos un post procesado y la generación de los códigos ISO para mecanizar en el centro de mecanizado.

### Resultados

Para la fabricación de este cabezote de un motor de 100 cc. El material mencionado anteriormente tenemos las propiedades necesarias para que soporte los esfuerzos a los que va a estar sometido, en primera instancia obtenemos las condiciones necesarias para poder obtener el material que se va a fundir para luego mediante CAM tener la geometría necesaria.

Para el elemento fundido es necesario obtener la geometrización del elemento por lo que utilizamos el proceso de fotogrametría para lo cual tomamos un video de un minuto de todos los ángulos y complementando con fotografías y utilizando un software libre para la obtención del formado de la nube de puntos y la malla del motor obteniendo el resultado como mostramos en la figura 3.

**Figura 3**  
*Cabezote seleccionado*



De la malla que generamos anteriormente la pasamos a un software de diseño mecánico con lo que conseguimos las características geométricas, así como sus propiedades que se presentan en la tabla 1 (Hu et al., 2022).

**Tabla 1**  
*Propiedades del cabezote*

	$H_{bebe}$	$T_{amb}$	$A_s$	$m_p$	Vol
Material	(mm)	k	$mm^2$	kg	$mm^3$
Aluminio 7065	200	293	0.1839	1.0552	3765506.81

Los datos del material del aluminio 7075 lo vamos a describir en la tabla 2.

**Tabla 2**  
*Propiedades del aluminio 7057*

	$T_m$	$T_f$	$\rho$	$C_p$	$k$
material	(K)	J/kg	$kg/m^3$	J/kgK	W/mK
Cabezote	933	$3.91 \times 10^5$	2810	1050	260

La calidad de la fundición depende de muchas propiedades de la arena de moldeo, como la resistencia a la compresión en seco, la resistencia a la tracción en húmedo, la permeabilidad entre otras (Rajan et al., 2021). Para la fundición en molde de arena lo vamos a realizar en arena silícea y las propiedades necesarias para los cálculos se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3**  
*Propiedades de la arena silícea*

	$k$	$\rho$	$C_p$	$\sqrt{\rho k C_p}$
material	(W/mK)	$kg/m^3$	J/kgK	J / $m^2 K \sqrt{s}$
arena silícea	0.52	1600	1170	967

En primera instancia, vamos a realizar los parámetros de fundición de para obtener el elemento inicial para que luego sea mecanizado, para ello utilizamos un 5% adicional del volumen que fue considerado para las propiedades en tabla 3. Para ello vamos a utilizar un proceso de iteración hasta encontrar las medidas adecuadas del molde; y comenzamos calculando la contante de molde de la arena de moldeo.

$$Cm = \frac{\pi \left( \frac{Dens_{mat} * H}{Tmp_f - T_o} \right)^2}{4} * \frac{1}{K * Dens_{molde} * Cp_{molde}}$$

(1)

$$Cm = \frac{\pi}{4} \left( \frac{2810 \frac{kg}{m^3} * 3,91 \times 10^5 \frac{J}{kg}}{933^\circ K - 293^\circ K} \right)^2 * \frac{1}{0,52 \frac{w}{m^\circ k} * 1600 \frac{kg}{m^3} * 1170 \frac{J}{kg^\circ k}}$$

$$Cm = 2377863.387 \left( \frac{kg}{m^3} * \frac{J}{kg} \right)^2 * \frac{1}{\frac{w}{m^\circ k} * \frac{kg}{m^3} * \frac{J}{kg^\circ k}}$$

$$Cm = 2377863.387 \frac{J}{W * m^2} * \frac{\frac{W}{1}}{\frac{J}{s}}$$

$$Cm = 2377863.387 \frac{s}{m^2}$$

Para encontrar el tiempo de solidificación nos ayudamos con la regla Chvorinov que relacionamos el área superficial con su volumen, los datos nos encontramos en la tabla1.

$$t_{TM} = Cm \left( \frac{V}{A} \right)^2$$

(2)

$$t_{TM} = 2377863.387 \frac{s}{m^2} \left( \frac{3.7551 \times 10^{-4}}{0.1838} \right)^2$$

$$t_{TM} = 9.9165 s$$

Con los resultados encontrados vamos a obtener el caudal inicial de las iteraciones asumiendo una masa del sistema de 1 Kg y la masa del elemento del cabezote, y el tiempo que detallamos en la regla de Chvorinov. Esta masa asumida del sistema es la que vamos a comparar al finalizar todos nuestros cálculos.

$$Q = \frac{m_{sd} + m_p}{t_{TM}}$$

(3)

$$Q = \frac{1kg + 1.0557 kg}{9.9165s}$$

$$Q = 0,2072 \frac{kg}{s}$$

Nuestro bebedero va a tener una altura de 200 mm y con nuestro flujo del proceso  $Q = 0,2072 \frac{kg}{s}$  procedemos a obtener los datos de nuestro sistema de distribución del material fundido al cabezote. Obteniendo los siguientes datos:

$$Ap = 520 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área canal colada} = 260 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área Superior bebedero} = 240 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área inferior bebedero} = 100 \text{ mm}^2$$

Con estos valores podemos obtener las dimensiones para el bebedero el canal y el área de la puerta para el fundido como se presenta a continuación.

El área superior del elemento

$$D1 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{sup}}{\pi}}$$

(4)

$$D1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 240 \text{ mm}^2}{\pi}}$$

$$D1 = 17.48 \text{ mm}$$

El área inferior obtenemos de la siguiente expresión:

$$D2 = \sqrt{\frac{4 \cdot A_{inf}}{\pi}}$$

(5)

$$D2 = \sqrt{\frac{4 \cdot 100}{\pi}}$$

$$D2 = 11.28 \text{ mm}$$

El diámetro D1 que es el diámetro superior del bebedero en relación con el inferior D2 es menor con lo que garantizamos una forma troncocónica lo que nos ayuda al proceso a evitar la entrada de aire que resultaría en defectos indeseados en la obtención del modelo que se va a mecanizar. Es importante detallar el volumen de esta parte del sistema de distribución:

$$V_{bebe} = \frac{1}{3} \times \pi \times h_{bebe} \times \left( \frac{D_1^2}{4} + \frac{D_2^2}{4} + \frac{D_1 \times D_2}{4} \right)$$

(6)

$$V_{bebe} = \frac{1}{3} \times \pi \times 200mm \times \left( \frac{(17,48)^2}{4} + \frac{(11,28)^2}{4} + \frac{17,48 \times 11,28}{4} \right)$$

$$V_{bebe} = 32994.6223 \text{ mm}^3$$

En el cálculo del ancho del canal lo definimos por:

$$e_{ci} = \sqrt{A_c}$$

(7)

$$e_{ci} = \sqrt{260mm^2}$$

$$e_{ci} = 16.1245 \text{ mm}$$

El cálculo de la longitud del canal lo definimos como un sistema en el que solo vamos a tener una sola entrada de alimentación por lo tanto el valor de  $m=1$ , obteniendo el siguiente valor:

$$L_{cu} = \frac{L_c}{m}$$

(8)

$$L_{cu} = \frac{200mm}{1}$$

$$L_{cu} = 200 \text{ mm}$$

El cálculo del volumen del canal la obtenemos mediante la expresión detallada a continuación:

$$V_{canal} = A_c \times L_{cu}$$

(9)

$$V_{canal} = 260mm^2 \times 200 \text{ mm}$$

$$V_{canal} = 52 \text{ 000mm}^3$$

Las condiciones geométricas de la base del bebedero la definimos mediante las siguientes ecuaciones:

$$V_{base} = \frac{\pi(2D_2)^2 \times 2 \times ec}{4}$$

(10)

$$V_{base} = \frac{\pi(2(11,28 \text{ mm}))^2 * 2 * 16.1245 \text{ mm}}{4}$$

$$V_{base} = 12899.6124 \text{ mm}^3$$

Con los resultados obtenidos de los valores obtenemos el volumen total del sistema en el que vamos a fundir para comparar con el valor asumido.

$$V_T = V_{bebe} * V_{canal} + V_{base}$$

(11)

$$V_T = 32994.6223 \text{ mm}^3 * 52 \text{ 000 mm}^3 + 12899.6124 \text{ mm}^3$$

$$V_T = 97894,2347 \text{ mm}^3 \rightarrow [9.7894 \times 10^{-5} \text{ m}^3]$$

Los valores encontrados de volumen total del sistema  $V_T$ , procedemos a validar si nuestra masa asumida se encuentra dentro de los valores correspondientes o tenemos que iterar nuevamente los datos.

$$\rho_{SD} = \frac{m_{SD}}{V_{sd}}$$

(12)

$$m_{SD} = \rho_{SD} \times V_{sd}$$

$$m_{SD} = 2810 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times 9.7894 \times 10^{-5} \text{ m}^3$$

$$m_{SD} = 0.2751 \text{ kg}$$

Con la masa del sistema de distribución ajustada es 0.27512 Kg y la asumida es 1 kilogramos teniendo un error porcentual del 72.49 %; por lo tanto, procedemos a obtener un nuevo valor del caudal con el que vamos a verter el aluminio 7057 que va a utilizar nuestro material. Utilizando la ecuación 3 procedemos a iterar.

$$Q = \frac{m_{sd} + m_p}{t_{TM}}$$

$$Q = \frac{0.3458 \text{ kg} + 1.055 \text{ kg}}{9.9165 \text{ s}}$$

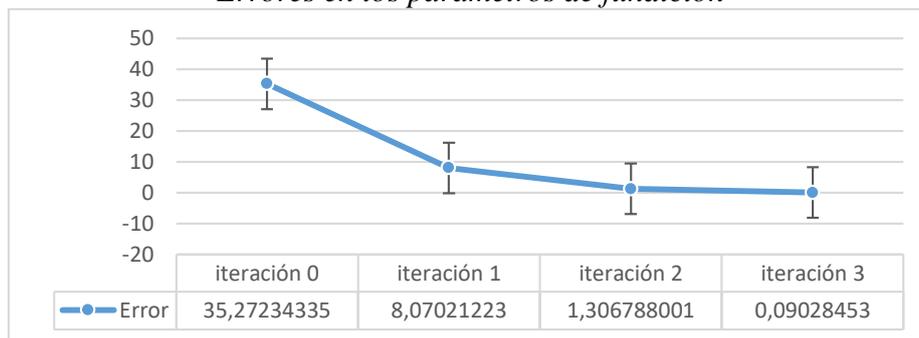
$$Q = 0,1341 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

El caudal del proceso cuando estimamos la masa de distribución en 1 Kg. es 0.285 Kg/s y la nueva es 0.1341 Kg/s teniendo un error porcentual del 35.27 %; por lo que con esta nueva masa y caudal vamos a realizar una iteración hasta poder encontrar datos que se ajuste a nuestro sistema de distribución de colada.

Procedemos a realizar los nuevos cálculos para así obtener los datos de las medidas del sistema de distribución el error en la última iteración obtenemos 0.091% como se puede observar en la figura 4. Y es con los datos que vamos a trabajar para la geometría del sistema de distribución.

**Figura 4**

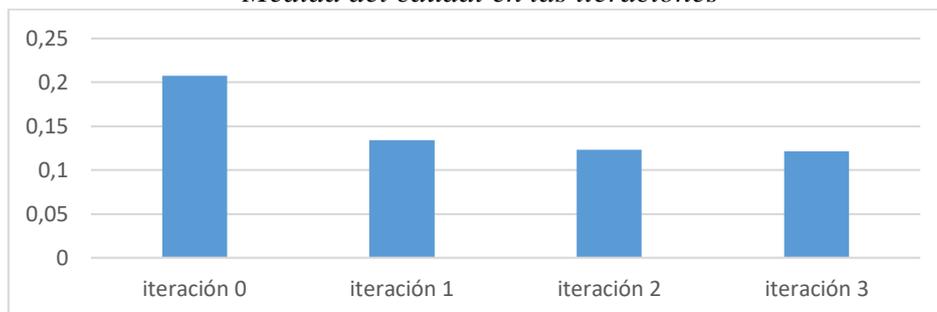
*Errores en los parámetros de fundición*



En la figura 4 observamos que la iteración 3 llegamos a un error menor del 1%, y en ese caudal  $0.1217 \frac{kg}{s}$  vamos a tomar de referencia para obtener los datos complementarios del sistema de distribución, mismos datos se presentan en las siguientes figuras. Lo que nos dará los parámetros a considerar inicialmente para la preparación del material (Mehta & Sutaria, 2021).

**Figura 5**

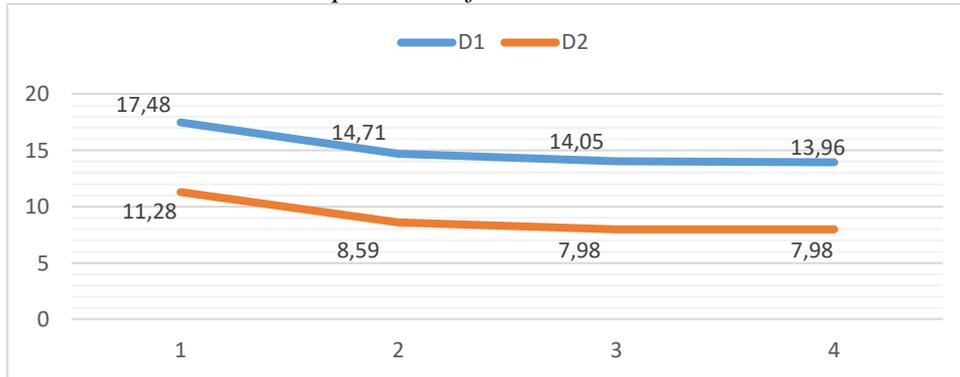
*Medida del caudal en las iteraciones*



Una vez encontrado el valor del caudal corregido procedemos a encontrar tal y como se realizó en los procesos anteriores los diámetros de los bebederos; teniendo después del procedimiento un diámetro superior de bebedero de 13,9572 mm, y un diámetro inferior del bebedero de 7.9788 mm.

**Figura 6**

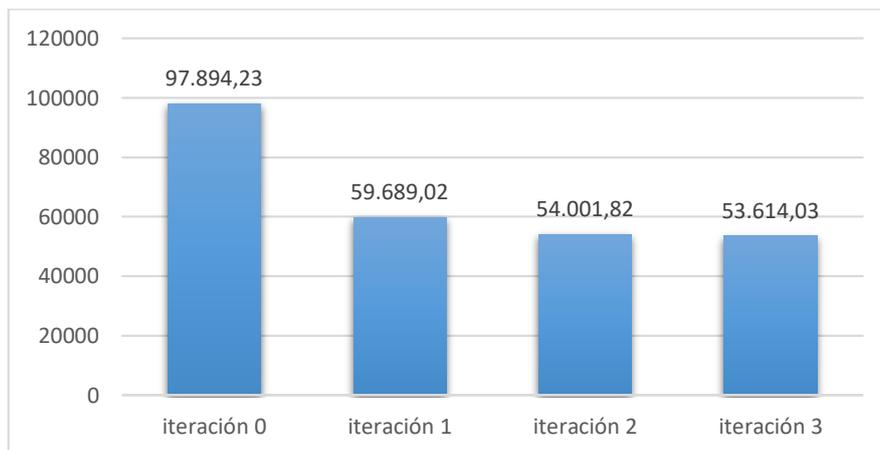
*Medida del diámetro superior e inferior del bebedero en cada iteración*



Los datos de como varia el volumen total del sistema de distribución podemos observarlo en la figura 6, teniendo de nuestra iteración 3 el valor de 53614.0275 mm<sup>3</sup>.

**Figura 7**

*Medida de la variación del volumen del sistema en cada iteración*



El valor del volumen total del sistema nos permite encontrar la masa necesaria, para ellos utilizamos la ecuación 12:

$$m_{SD} = 2810 \frac{kg}{m^3} \times (5.3614 \times 10^{-5}) m^3$$

$$m_{SD} = 0.1507 kg$$

Obteniendo la masa total necesaria para fundir nuestro elemento:

$$m_t = m_{sd} + m_p$$

$$(13)$$

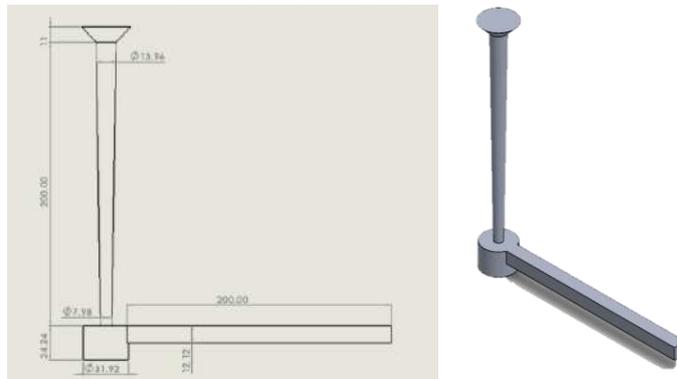
$$m_t = 0.1507 + 1.055$$

$$m_t = 1.2058 \text{ Kg}$$

Los valores finales de los diámetros del bebedero, la longitud del canal ingresamos a un software CAD para poder imprimir en 3D, y tener así un modelo tridimensional para que nos sirva para fundir en arena, como podemos ver en la siguiente figura 8:

**Figura 8**

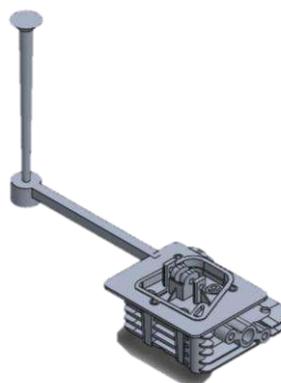
*Medida del sistema de distribución*



Utilizamos nuestro software CAD para obtener el modelo y el punto de inyección mediante una puerta de ingreso de la colada a nuestro cabezota tal como se indica en la figura 9. Considerando también que la velocidad de vertido de la colada influye un papel en la microestructura y en la solidificación del elemento (Pang et al., 2015).

**Figura 9**

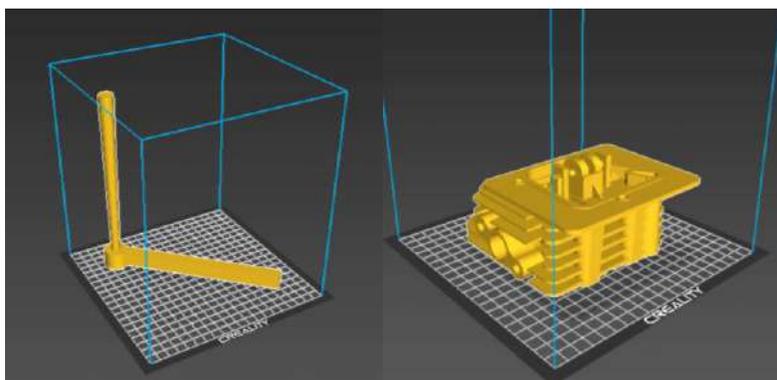
*Sistema de distribución y modelo en software CAD*



Utilizamos un software de impresión en 3d para obtener los modelos necesarios utilizando técnicas de manufactura aditiva para la industria automotriz (Greene, 2021). Consiguiendo moldear y posteriormente aplicamos una laca de la marca 3D LAC para alisar la superficie exterior de nuestros modelos para el moldeo. En la impresión 3D de moldes de arena permite nuevas estrategias de fabricación que reducen las emisiones

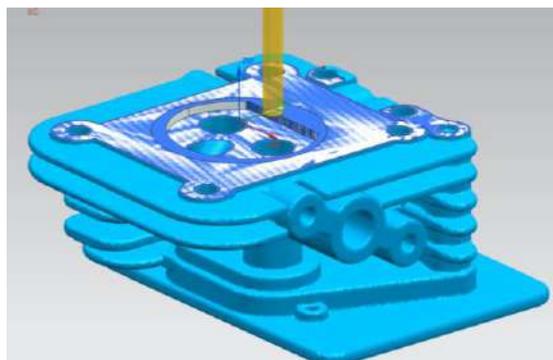
directas de CO<sub>2</sub> y la cantidad de metal requerida al permitir la optimización del diseño tanto del componente como del ensamblaje del molde/núcleo (Sivarupan et al., 2019). En la impresión en 3D consumimos un total de 406 gramos de material PLA y 26.3 horas de impresión.

**Figura 10**  
*Impresión en 3D de los elementos*



Una vez obtenido el elemento fundido con las condiciones ya expuestas, utilizamos operaciones como un desbaste para dejar las condiciones ideales para que la junta no sufra daño. Para la cámara de combustión es necesario que cumpla con las condiciones geométricas necesarias culminando con un afinado para dejar las tolerancias para su óptimo funcionamiento. Es por ello por lo que la utilización del material adecuado nos permite controlar las velocidades, avances, así como la selección de las herramientas para que el mecanizado quede con características deseadas a través de la curva de esfuerzo vs. deformación (Tavares et al., 2021).

**Figura 11**  
*Mecanizado y obtención de códigos ISO*



Para el costo de construcción que llevaría este cabezote y al tener ya la masa total de que se va a necesitar para el elemento, El costo financiero se lo representa en la siguiente tabla 4:

**Tabla 4**  
*Costos de materia prima para la fundición del cabezote*

Descripción	Costo
Arena y Resina	\$ 75.00
Fundentes y aleantes	\$ 100.00
Servicios CAD	\$ 40.00
Impresión 3D	\$ 40.00
Aluminio	\$ 30.00
Mecanizado	\$45.00
Total	\$ 330.00

### Conclusiones

- Para obtener los parámetros del sistema de distribución del bebedero las medidas de este son 200 mm el error de los datos es menor que el 1%, obteniendo un diámetro inferior de 7.98 mm y un diámetro superior de 13.96 mm. Estos parámetros se los realiza para una fundición en arena la cual nos sirve para las formas complejas que presenta el cabezote del motor
- El caudal del proceso con el que trabajamos es  $0.1217 \frac{kg}{s}$ , para el aluminio 7057, y las medidas óptimas las imprimimos en 3D con un material de PLA para obtener todas las formas que necesitamos para la fundición.
- El volumen total que vamos a manejar del sistema de distribución y el elemento a fundir es 1.21 Kg. Con lo que tenemos una relación costo beneficio bueno del proceso de cabezote.
- El proceso de mecanizado lo optimizamos con proceso de mecanizado obteniendo u tiempo total de 30 minutos por cada cabezote en la zona de cámara de combustión.

### Referencias bibliográficas

2Anchundia, J. & Lindao, H. (2017). Rediseño y prototipado de un pistón de moto mediante el proceso de fundición. Guayaquil: ESPOL.

- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE]. (2020). Anuario 2020. <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/03/Anuario-Aeade-2021/>
- Ayar M., Ayar V., & George P. (2020). Simulation and experimental validation for defect reduction in geometry varied aluminum plates casted using sand casting. *Materials Today: Proceedings*, 27, 1422-1430.
- Fisher, C., & Schweizer, C. (2021). Experimental investigation of the damage characteristics of two cast aluminum alloys. *International Journal of Fatigue*, 152, 106-357.
- Greene P. (2021). Additive Manufacturing in Automotive. *Automotive Plastics and Composites*, 1, 325-335.
- Hu L., Li Y., Zhou X., & Yuan G. (2022). Characterization of as-cast microstructure of aluminum foams by melt foaming method. *Materials Letters*, 308, 112-131.
- Khan M., Mahajani S., Jadhav G., Vishwakarma R., & Malgaonkar V. (2021). Determination of recycle potential in waste green foundry sand through spatiotemporal analysis of sand mold. *Cleaner Engineering and Technology*, Volume 5, 100-329.
- Mehta V., & Sutaria M. (2021). Effect of stirrer geometry and stirrer position on tensile strength of aluminum matrix composites (AMCs) cast in sand mold and metal mold. *Materials Today: Proceedings*, 46, 10454-10458.
- Millán F. (2016). *Fabricación y caracterización de la aleación de aluminio reciclado con adición de silicio particulado*. Core.ac.uk [en línea]. p. 21. <https://core.ac.uk/display/77278639>.
- Monroy, M. E., Arciniegas, J. L., & Rodríguez, J. C. (2013). *Propuesta Metodológica para Caracterizar y Seleccionar Métodos de Ingeniería Inversa*. *Información Tecnológica*, 24(5), 23–30.
- Pang S., WU G., LIU W., Zhang L., Zhang Y., Conrad H., & Ding W. (2015). Influence of pouring temperature on solidification behavior, microstructure, and mechanical properties of sand-cast Mg-10Gd-3Y-0.4Zr alloy. *Transactions of Nonferrous Metals Society of China*, 25, 363-374.
- Rajan A., Kailasanathan C., Stalin B., Rajkumar P., Gangadharan T., & Perumal A. (2021). Optimization of mould sand properties by mixing of granite powder using Taguchi method. *Materials Today: Proceedings*, 45, 2254-2259.

- Romero P., Arribas J., Rodriguez O., González R., & Guerrero G. (2021). Manufacture of polyurethane foam parts for automotive industry using FDM 3D printed molds. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, Volume 32, 396-404.
- Sonsino C., Breitenberger M., Krause I., Pötter K., Schröder S., & Jürgens K. (2021). Required Fatigue Strength (RFS) for evaluating of spectrum loaded components by the example of cast-aluminum passenger car wheels. *International Journal of Fatigue*, 145.
- Sivarupan T., Upadhyay M., Ali Y., El Mansori M., & Dargusch M. (2019). Reduced consumption of materials and hazardous chemicals for energy efficient production of metal parts through 3D printing of sand molds. *Journal of Cleaner Production*, 224, 411-420.
- Tavares S., Mota N., da Igreja H., Barbosa C., & Pardal J. (2021). Microstructure, mechanical properties, and brittle fracture of a cast nickel-aluminum-bronze (NAB) UNS C95800. *Engineering Failure Analysis*, 128.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Optimización del proceso de fundición mediante el proceso de ingeniería inversa y aditiva de un cabezote de un motor de bajo cilindraje

*Optimization of the casting process through the reverse and additive  
engineering process of a small displacement engine head*

- <sup>1</sup> Edgar Fabián Sánchez Carrión  <http://orcid.org/0000-0002-8027-2799>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba,  
Ecuador,  
[esanchez\\_c@esPOCH.edu.ec](mailto:esanchez_c@esPOCH.edu.ec)
- <sup>2</sup> Edison Patricio Abarca Pérez  <http://orcid.org/0000-0001-7041-4805>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba,  
Ecuador,  
[edison.abarca@esPOCH.edu.ec](mailto:edison.abarca@esPOCH.edu.ec)
- <sup>3</sup> Elvis Enrique Arguello  <http://orcid.org/0000-0001-5083-1011>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Mecánica, Riobamba,  
Ecuador.  
[earguello@esPOCH.edu.ec](mailto:earguello@esPOCH.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/05/2022

Revisado: 27/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 26/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2249>

Cítese: Sánchez Carrión, E. F., Abarca Pérez, E. P., & Arguello, E. E. (2022). Optimización del proceso de fundición mediante el proceso de ingeniería inversa y aditiva de un cabezote de un motor de bajo cilindraje. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 236-253.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2249>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

*Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>*

**Palabras claves:**

fundición de aluminio, CAD-CAM, ingeniería inversa, aleación, moldes en arena.

**Keywords:**

Aluminum casting, CAD-CAM, reverse engineering, alloying, sand casting

**Resumen**

**Introducción:** En la industria manufactura de piezas y partes en la industria automotriz se ha visto escasamente desarrollada en nuestro país, es por ello por lo que se ha creado políticas gubernamentales como el acuerdo ministerial N 14 264, el cual busca ampliar la gama de productos de fabricación nacional para la industria automotriz. **Objetivos:** El objetivo se enfoca en la obtención del modelo y los parámetros del proceso de manufactura para obtener un modelo mediante la ingeniería inversa; para conseguir un prototipo de alta calidad y económicamente viable. **Metodología:** El proceso de manufactura elegido es la fundición en arena el cual es un proceso que nos permite obtener figuras complejas con alta calidad y coste asequible, para ello es necesario realizar el elemento, el procedimiento aplicado es un proceso de escaneo, que el resultado es una nube de punto, para luego transformar a una malla y obtener un elemento sólido obteniendo las características iniciales del proceso. **Resultados:** Con las características del proceso de moldeo, mediante iteraciones teniendo un error de 0.39 % para un caudal de  $0.17285433 \frac{kg}{s}$ ; Y el canal del bebedero tiene una forma tronco cónica teniendo diámetro superior de bebedero de 16,73 mm, y un diámetro inferior del bebedero de 10.21 mm. **Conclusiones:** Utilizamos manufactura aditiva para el proceso de fundición fue una vez obtenido los valores antes descritos para que la fundición sea óptima, obteniendo un cálculo económico para que nuestro proceso sea competitivo en relación calidad vs costo.

**Abstract**

**Introduction:** In the manufacturing industry of parts and parts in the automotive industry, it has been poorly developed in our country, which is why government policies have been created such as the ministerial agreement N 14 264, which seeks to expand the range of manufacturing products. national for the automotive industry. **Objectives:** The objective focuses on obtaining the model and the parameters of the manufacturing process to obtain a model through reverse engineering; to achieve a high-quality and economically viable prototype. **Methodology:** The chosen manufacturing process is sand casting, which is a process that allows us to obtain complex figures with high quality and affordable cost, for this it is necessary to make the element, the procedure

---

applied is a scanning process, which the result is a point cloud, to later transform to a mesh and obtain a solid element obtaining the initial characteristics of the process. **Results:** With the characteristics of the molding process, through iterations, having an error of 0.39% for a flow rate of 0.17285433 kg/s; And the sprue channel has a frustoconical shape having an upper sprue diameter of 16.73 mm, and a lower sprue diameter of 10.21 mm. **Conclusions:** We use additive manufacturing for the casting process once the values described above were obtained so that the casting is optimal, obtaining an economic calculation so that our process is competitive in relation to quality vs. cost.

---

## Introducción

En el campo de la industria de la manufactura de piezas y partes para el campo automotriz se ha visto escasamente desarrollada en nuestro país, es por ello por lo que los gobiernos han creado políticas para que se pueda desarrollar la industria automotriz nacional mediante el acuerdo ministerial N 14 264, el cual busca ampliar la gama de productos de fabricación nacional para la industria automotriz.

Dentro del mercado automotriz ecuatoriano se ha visto un incremento de las importaciones de motos en el sector llegando a su pico más alto en el mes de mayo del 2021 con un total de 7824 unidades importadas, cifras reportadas por AEADE en su boletín del mes de mayo del 2022.

El desarrollo de este trabajo presenta un modelo de un elemento automotriz como es el cabezote de un motor de 100 cc. que dentro de la industria nacional es un producto que es ampliamente distribuido como repuestos y el alcance es presentar los parámetros de desarrollo de este producto mediante la fundición de arena para obtener un elemento funcional de producción nacional y que sea viable su manufactura, para así contribuir a la industria y al cambio de matriz productiva, teniendo en consideración la optimización de las características del material y su porcentaje de elementos aleantes a la matriz principal de aluminio (Gumbmann et al., 2017). Tanto las características de la fundición, así como los elementos complementarios para obtener un molde de arena, deben satisfacer las propiedades necesarias para el elemento fundido (Sadarang & Kumar, 2021). Así mismo este trabajo se enfoca en el diseño del elemento mediante ingeniería inversa mediante escaneo 3D y fotogrametría del elemento ya indicado

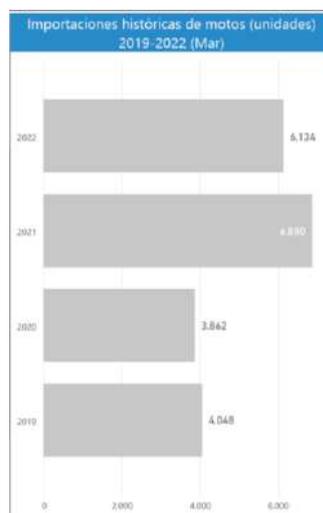
La fundición como proceso de manufactura es necesaria altos consumos de energía por lo cual para que la fundición de estos elementos sea viable económicamente es necesario tener en cuenta la eficiencia energética del proceso (Haraldsson & Johansson, 2018). Tomando en consideración debemos enfocarnos a que este proceso sea amigable con el medio ambiente, es por ellos que la manufactura aditiva nos ayuda a optimizar procesos y ahorrar energía en el proceso de la fundición (Sivarupan et al., 2019).

La investigación también enfoca el diseño y los parámetros del proceso de manufactura del cabezote de un motor de 100 cc. mono cilíndrico mediante la utilización de la ingeniería inversa y un método propio de fundición, ya que, en Ecuador no se cuenta con procesos de manufactura de piezas y partes automotrices de un motor de combustión interna tanto móviles como fijas, por tal razón, por ellos se estudia las variables óptimas del proceso manufactura de un cabezote mediante métodos de desagregación tecnológica. El que el proceso de manufactura seleccionado que va a ser la fundición por arena, dentro de los objetivos es reutilizar la arena de moldeo garantizando las propiedades de la arena y la preocupación ambiental (Venkata et al., 2021).

En la industria nacional el gobierno ecuatoriano en su intento por el cambio de la matriz productiva y para desarrollar la industria de manufactura automotriz de piezas y partes, establece la normativa gubernamental donde los vehículos motorizados ensamblados en el territorio nacional deben contener el 19% de autopartes fabricadas en el Ecuador, generando diferentes estrategias para reducir las importaciones en especial en el sector industrial automotriz.

**Figura 1**

*Importaciones históricas de motos*



**Fuente:** Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador (AEADE, 2020)

En la figura 1 podemos observar que en lo que van del año 2022 ya tenemos 6134 unidades de motocicletas importadas a nuestro país, según datos de la AEADE; podemos observar que es una industria en incremento a nivel nacional, a la cual según lo planteado anteriormente es un nicho de mercado en alza en nuestro país y es por ello por lo que es objeto de nuestro estudio. Cabe recalcar que la mayoría de los repuestos de esta industria vienen importados de otros países, y es por ello por lo que el objeto de estudio es los parámetros del proceso de manufactura de este.

### Metodología

En los procesos de manufactura dentro de la industria automotriz, el proceso de fundición es muy ampliamente difundido para construir diversos tipos de maquinaria, un amplio campo es la construcción de piezas y partes automotrices que para ello es necesario un conocimiento técnico, CAD, del proceso de manufactura y la mecánica de fluidos.

Dentro del modelo que nos va a servir para la fundición es necesario tener claro las tolerancias, el proceso de moldeo, fundición y las variables de la fundición entre las cuales destaca los diferentes tipos de moldes para obtener una alta eficiencia, calidad y un coste competitivo para el mercado nacional. Teniendo en cuenta que la fabricación por fundición es llevar al material de relleno a una alta temperatura para introducir en un molde con la forma previa del objeto final que necesitamos, desde este punto el material se enfría produciendo una solidificación, un dato importante es que influyen entre otros parámetros en que el elemento final sea de fácil maquinabilidad (Dong et al., 2009). Los moldes más tradicionales son los de arena ya que por su costo y la complejidad de los elementos que se puede realizar es el más difundido y es el que se va a necesitar para los procesos aquí descritos. También es necesario considerar la cantidad de energía que está presente en la fundición que es un valor importante para la generación del costo de producción y así optimizar dicha energía (Carabalí et al., 2018).

Para obtener el elemento se utiliza procesos de escaneo del elemento original para así tener la pieza con las medidas correctas para la fundición, para ello utilizamos la ingeniería inversa: Se interpreta a la ingeniería inversa como la técnica de copiado de geometrías en diferentes aplicaciones artísticas, prototipado de elementos mecánicos, etc. Sin embargo, la ingeniería inversa es el proceso mediante el cual, el diseñador parte de la existencia de un sistema, elemento, o aplicación de ingeniería en cuestión para realizar su reproducción e innovación de forma eficiente y rápida, en especial cuando se trata de geometrías complejas (Monroy et al., 2013).

Una característica adicional es integrar la ingeniería aditiva al proceso de fundición para así optimizar el proceso ante su par tradicional para garantizar procesos de alta calidad (Hawaladar & Zhang, 2018). Por lo que es necesario obtener el elemento con las medidas reales para luego tener al modelo pasarlo a un programa para poder imprimirlo en 3D con

un filamento que nos garantice las medidas y poca deformación del elemento a ser fundido, para que este sirva de modelo para nuestro molde de arena, este proceso nos ayuda a optimizar el molde con elemento con el que conste toda la estructura interna y externa de nuestro elemento a fundir (Almaghariz et al., 2016). Una vez alcanzada las medidas necesarias de nuestros parámetros de molde se va a realizar el mismo procedimiento teniendo en cuenta las consideraciones detalladas para que el procedimiento sea compatible con la impresión en 3D (Snelling et al., 2019).

### Resultados

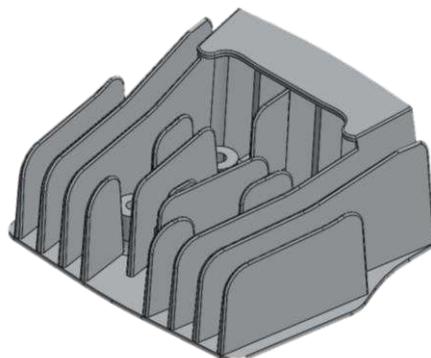
El elemento que se va a analizar en este trabajo es un block de motocicleta, el cual se utiliza la parte CAD para modelar dicho elemento y así encontrar las medidas iniciales para comenzar nuestro análisis del este proceso de fundición, calculando todos los parámetros necesarios que se van a detallar a continuación.

El material que vamos a utilizar en el presente trabajo será una Aleación de Aluminio 1060 que presenta diversos beneficios para el elemento, así como también vamos a utilizar una arena silíceas para el molde, que vamos a poder calcular todos los parámetros para nuestro trabajo.

Para el siguiente trabajo tenemos un cabezote del motor de 100 cc, para los parámetros geométricos del motor tenemos los siguientes datos que se presentan a continuación:

### Figura 2

*Elemento obtenido medias fotogrametría*



$$h_{\text{bedero}} = 0,2 \text{ m}$$

$$T_{\text{amb}} = 20^{\circ} + 273^{\circ}\text{k} = 293^{\circ}\text{K}$$

$$\text{Área Superficial} = 0.2020949 \text{ cm}^2$$

$$M_p = 0.9685 \text{ kg}$$

$$\text{Volumen} = 3.5873083 \times 10^{-4} \text{m}^3$$

La fuerza de compresión, la permeabilidad del molde y la dureza son las tres importantes propiedades del molde de arena verde, donde estas propiedades están directamente influenciadas por el tipo de arena que se va a utilizar en la fundición (Nandagopal & Sivakumar, 2022). Es por ello por lo que necesitamos describir los datos del material a fundir tenemos en la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Datos de material y arena a fundir*

Datos material aluminio	Datos molde – Arena silícea
$TM = 933^\circ\text{K}$	$k = 0,52 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{K}}$
$Hf = 3,91 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}$	$\rho = 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
$Mp = 198,42 \text{ g}$	$C\rho = 1170 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{K}}$
$\rho = 2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	
$C\rho = 1050 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{K}}$	

En primera instancia necesitamos obtener la constante del molde vamos a utilizar en el proceso y el cual depende de la arena que vamos a utilizar:

$$Cm = \frac{\pi}{4} \left( \frac{Dens_{mat} * H}{T_{mpf} - T_o} \right)^2 * \frac{1}{K * Dens_{molde} * C\rho_{molde}}$$

$$Cm = \frac{\pi}{4} \left( \frac{2400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 3,91 \times 10^5 \frac{\text{J}}{\text{kg}}}{933^\circ\text{K} - 293^\circ\text{K}} \right)^2 * \frac{1}{0,52 \frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{K}} * 1600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 1170 \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{K}}}$$

$$Cm = 2195339.99 \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{\text{J}}{\text{kg}} \right)^2 * \frac{1}{\frac{\text{W}}{\text{m}^\circ\text{K}} * \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * \frac{\text{J}}{\text{kg}^\circ\text{K}}}$$

$$Cm = 2195339.99 \frac{J}{W * m^2} * \frac{W}{\frac{J}{s}}$$

$$Cm = 2195339.99 \frac{s}{m^2}$$

Con la información geométrica del elemento a fundir calculamos el tiempo en que comienza a solidificarse nuestro elemento teniendo en cuenta la regla Chvorinov que relaciona la constante del molde, el volumen y área superficial.

$$t_{TM} = Cm \left( \frac{V}{A} \right)^2$$

$$t_{TM} = 2195339.99 \frac{s}{m^2} \left( \frac{3.5873083 \times 10^{-4}}{0.2020949} \right)^2$$

$$t_{TM} = 6.917 \text{ s}$$

Para poder calcular el caudal es necesario determinar la masa total del sistema es necesario obtener la masa del elemento a fundir, pero también tener la masa del sistema de fundición, es por ello por lo que es necesario en este punto asumir a esta masa y tomaremos el valor de 1 Kg.

$$Q = \frac{m_{sd} + m_p}{t_{TM}}$$

$$Q = \frac{1kg + 0.9685 \text{ kg}}{6.917s}$$

$$Q = 0,285 \frac{kg}{s}$$

La altura del bebedero que consideramos es 200 mm y el flujo másico obtenido anteriormente obtenemos los siguientes datos complementarios al sistema de distribución del fundido.

$$Ap = 700 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área canal colada} = 350 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área Superior bebedero} = 300 \text{ mm}^2$$

$$\text{Área inferior bebedero} = 118 \text{ mm}^2$$

Con estos valores podemos obtener las dimensiones para el bebedero el canal y el área de la puerta para el fundido como se presenta a continuación.

El área superior del elemento:

$$D1 = \sqrt{\frac{4 * A_{sup}}{\pi}}$$

$$D1 = \sqrt{\frac{4 * 300mm^2}{\pi}}$$

$$D1 = 19.54 \text{ mm}$$

El área inferior:

$$D2 = \sqrt{\frac{4 * A_{inf}}{\pi}}$$

$$D2 = \sqrt{\frac{4 * 118}{\pi}}$$

$$D2 = 12.25 \text{ mm.}$$

Con lo que vemos que el diámetro superior es más grande que el diámetro inferior con lo que nos aseguramos de que la forma sea troncocónica para evitar la entrada de burbujas de aire al canal de distribución. Con estos datos obtener el volumen del bebedero.

$$V_{bebe} = \frac{1}{3} x \pi h_{bebe} x \left( \frac{D_1^2}{4} + \frac{D_2^2}{4} + \frac{D_1 * D_2}{4} \right)$$

$$V_{bebe} = \frac{1}{3} \pi x 200mm x \left( \frac{(19,54)^2}{4} + \frac{(12,25)^2}{4} + \frac{19.54 * 12.25}{4} \right)$$

$$V_{bebe} = 40409.925 \text{ mm}^3$$

En el cálculo del ancho del canal lo definimos por:

$$e_{ci} = \sqrt{AC}$$

$$e_{ci} = \sqrt{350mm^2}$$

$$e_{ci} = 18.71 \text{ mm}$$

La longitud del canal lo definimos como un sistema en el que solo vamos a tener una sola entrada de alimentación a nuestro material fundido obteniendo el siguiente valor:

$$L_{cu} = \frac{Lc}{m}$$

$$L_{cu} = \frac{200\text{mm}}{1}$$

$$L_{cu} = 200 \text{ mm}$$

Con los datos obtenidos anteriormente definimos el valor del canal mediante la siguiente ecuación:

$$V_{canal} = AC * L_{cu}$$

$$V_{canal} = 350\text{mm}^2 * 200 \text{ mm}$$

$$V_{canal} = 70\ 000\text{mm}^3$$

Las condiciones geométricas de la base del bebedero la definimos mediante las siguientes ecuaciones:

$$V_{base} = \frac{\pi(2D_2)^2 * 2 * ec}{4}$$

$$V_{base} = \frac{\pi(2(12,25 \text{ mm}))^2 * 2 * 18.71\text{mm}}{4}$$

$$V_{base} = 17660.6229 \text{ mm}^3$$

Con los resultados obtenidos de los valores obtenemos el volumen total del sistema en el que vamos a fundir para comparar con el valor asumido.

$$VT = V_{bebe} * V_{canal} + V_{base}$$

$$VT = 40409.925 \text{ mm}^3 * 70\ 000\text{mm}^3 + 17660.6229 \text{ mm}^3$$

$$VT = 128070,54 \text{ mm}^3 \rightarrow [0.00012807 \text{ m}^3]$$

Con los valores del volumen del sistema procedemos a comparar si la masa asumida se encuentra dentro de los valores.

$$\rho_{SD} = \frac{m_{SD}}{V_{sd}}$$

$$m_{SD} = \rho_{SD} \times V_{sd}$$

$$m_{SD} = 2700 \frac{kg}{m^3} \times 0.00012807 m^3$$

$$m_{SD} = 0.3458 kg$$

Con la masa encontrada calculamos un nuevo caudal:

$$Q = \frac{m_{sd} + m_p}{t_{TM}}$$

$$Q = \frac{0.3458 kg + 0.9685 kg}{6.917s}$$

$$Q = 0,1900 \frac{kg}{s}$$

La masa asumida para este proceso es de 1 kg y dentro de nuestros cálculos tenemos una masa de 0.3458 Kg, el caudal estimado es 0.285 Kg/s y 0.19 Kg/s respectivamente, teniendo un error porcentual del 33.23 %; por lo que con esta nueva masa y caudal vamos a realizar una iteración hasta poder encontrar datos que se ajuste a nuestro sistema de distribución de colada.

Para poder validar la información de nuestros elementos a fundir, fue necesario realizar nuestro procedimiento hasta encontrar un error bajo que en nuestro caso fue de 0.39 %. En el gráfico podemos observar la curva que maneja el error hasta llegar a nuestra medida deseada.

**Figura 3**

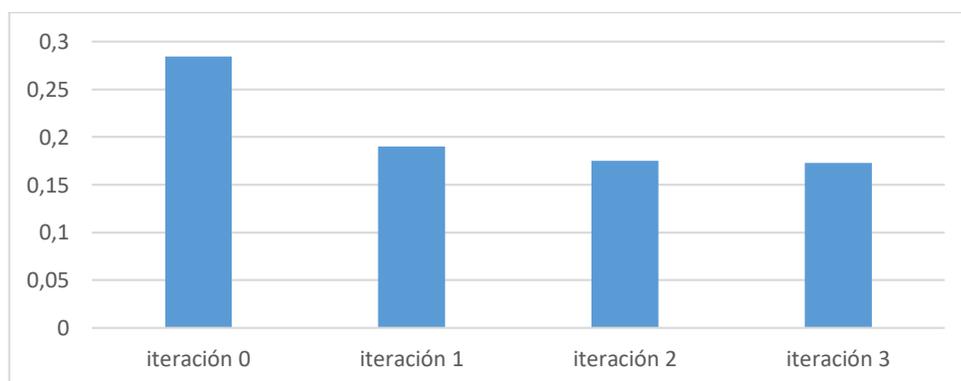
*Errores en los parámetros de fundición*



Como podemos observar en la figura 3 que los cálculos realizados logran estabilizarse en un caudal de  $0.17285433 \frac{kg}{s}$ , logrando un error menor del 10% con respecto al dato anterior, con este dato procedemos a trabajar en para encontrar las medidas de los diámetros del canal del bebedero.

**Figura 4**

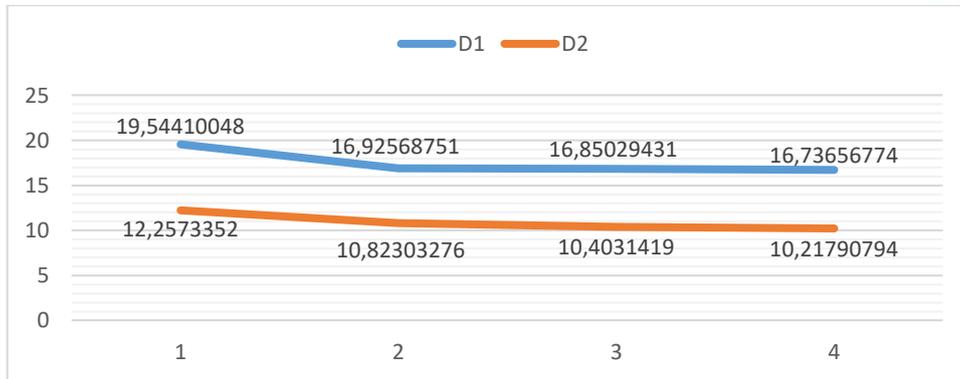
*Medida del caudal en cada iteración*



Una vez encontrado el valor del caudal corregido procedemos a encontrar tal y como se detalló en los procesos anteriores los diámetros de los bebederos; teniendo después del procedimiento un diámetro superior de bebedero de 16,73 mm, y un diámetro inferior del bebedero de 10.21 mm.

**Figura 5**

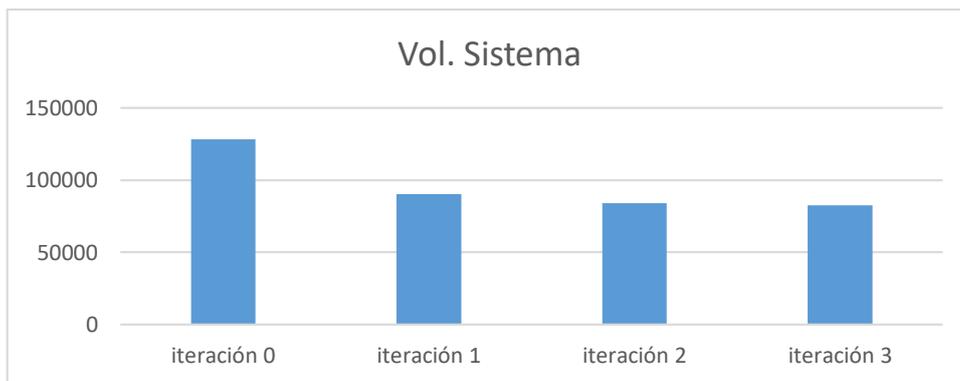
*Medida del diámetro superior e inferior del bebedero en cada iteración*



Un cálculo necesario es el proceso de encontrar el volumen del sistema y como observamos en la iteración 3 ya obtenemos un valor de 82373.2617 mm<sup>3</sup>.

**Figura 6**

*Medida de la variación del volumen del sistema en cada iteración*



El valor del volumen total del sistema nos permite encontrar la masa necesaria:

$$m_{SD} = 2700 \frac{kg}{m^3} \times (8.2373.2617 \times 10^{-5}) m^3$$

$$m_{SD} = 0.224 kg$$

Obteniendo la masa total necesaria para fundir nuestro elemento:

$$m_t = m_{sd} + m_p$$

$$m_t = 0.224 + 0.9685$$

$$m_t = 1.1925 Kg$$

Con los valores que hemos obtenido procedemos a introducirlo en un software CAD, y nos permite comprobar el volumen que vamos a necesitar para fundir el cabezote.

**Figura 7**

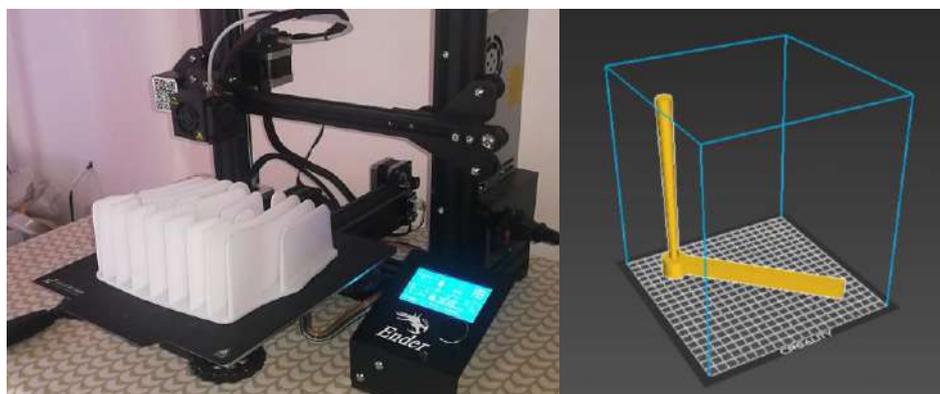
*Medida del sistema de distribución*



Posteriormente utilizando ingeniería aditiva (impresión 3D) crear nuestros modelos para la fundición. Modelo con el cual nos va a ayudar a moldear la arena, pero es necesario tener en cuenta que la arena de moldeo va a contener aglutinantes y otros parámetros para que nuestro modelo obtenido tenga la solidez adecuada que va a necesitar el elemento fundido (Goto et al., 2022). Estas características del modelo es importante tener en cuenta el tamaño de grano de la arena de moldeo para que la fundición obtenida sea satisfactoria a los elementos y condiciones detalladas en este trabajo (Sivarupan et al., 2020).

**Figura 8**

*Impresión en 3D de los elementos*



Para el costo de construcción que llevaría este cabezote y ya al tener ya la masa total de que se va a necesitar para el elemento, entre tanto la manufactura aditiva utilizada es necesario seleccionar el material de impresión correcto y la orientación de deposición de

material adecuadas para tener un elemento óptimo que sirva de modelo para el moldeo (Tezel et al., 2020). Por lo tanto, que el elemento es necesario considerar las operaciones posteriores del elemento fundido, que provienen de la ingeniería inversa y la facilidad del mecanizado (Jun & Li, 2022). El costo financiero se lo representa en la siguiente tabla:

**Tabla 2**

Costos de materia prima para la fundición

Descripción	Costo
Arena y Resina	\$ 75.00
Fundentes	\$ 100.00
Servicios CAD	\$ 40.00
Impresión 3D	\$ 40.00
Aluminio	\$ 30.00

**Conclusiones**

- Los parámetros óptimos para este proceso se lo realizo con una altura de bebedero de 200mm y un caudal de  $0.17285433 \frac{kg}{s}$ .
- Con el valor del caudal tenemos un diámetro superior de bebedero de 16,73 mm, y un diámetro inferior del bebedero de 10.21 mm. Estos parámetros se los realiza para una fundición en arena la cual nos sirve para las formas complejas que presenta el cabezote del motor y es una industria que se puede desarrollar en el país.
- Para la geometrización del elemento se utilizó la fotogrametría, ya que es una técnica adecuada para obtener toda la geometría para el proceso ya descrito. Así mismo utilizamos impresión 3D para el proceso de fundición fue una vez obtenido los valores finales para que la fundición sea óptima. Todo esto se lo realizaría para obtener una optimización del proceso con un alto relación costo vs. Calidad.

*Referencias Bibliográficas*

Almaghariz, E., Conner, B., & Lenner, L. (2016). Quantifying the Role of Part Design Complexity in Using 3D Sand Printing for Molds and Cores. *Inter Metal cast*, 10, 240–252.

- Asociación de Empresas Automotrices del Ecuador [AEADE]. (2020). Anuario 2020. <https://www.aeade.net/wp-content/uploads/2022/03/Anuario-Aeade-2021/>
- Carabalí D., Forero C., & Cadavid Y. (2018). Energy diagnosis and structuring an energy saving proposal for the metal casting industry: An experience in Colombia. *Applied Thermal Engineering*, 137, 767-773.
- Dong X., Li X., Shan Z., & Liu F. (2009). Rapid Manufacturing of Sand Molds by Direct Milling. *Tsinghua Science & Technology*, 14, 212-215.
- Goto I., Kurosawa K., & Matsuki T. (2022). Effect of 3D-printed sand molds on the soundness of pure copper castings in the vicinity of as-cast surfaces. *Journal of Manufacturing Processes*, Volume 77, 329-338.
- Gumbmann E., Geuser F., Sigli C., & Deschamps A. (2017). Influence of Mg, Ag and Zn minor solute additions on the precipitation kinetics and strengthening of an Al-Cu-Li alloy [J]. *Acta Materialia*, 133: 172–185.
- Haraldsson J., & Johansson M. (2018). Review of measures for improved energy efficiency in production-related processes in the aluminum industry – From electrolysis to recycling. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 93, 525-548.
- Hawaladar, N., & Zhang, J., A. (2018). Comparative study of fabrication of sand-casting mold using additive manufacturing and conventional process. *Int J Adv Manuf Technol*, 97, 1037–1045.
- Jun J., & Li H. (2022). Accuracy of CAD-CAM milling versus conventional lost-wax casting for single metal copings: A systematic review and meta-analysis, *The Journal of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2022.05.018>.
- Nandagopal M., & Sivakumar K. (2022). Experimental investigation on influence of mould wall thickness and hardness on green sand mould permeability, *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.655>.
- Monroy, M. E., Arciniegas, J. L., & Rodríguez, J. C. (2013). Propuesta Metodológica para Caracterizar y Seleccionar Métodos de Ingeniería Inversa. *Información Tecnológica*, 24(5), 23–30. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000500004>
- Sadarang J., & Kumar R. (2021). Utilization of fly ash as an alternative to silica sand for green sand mold casting process. *Journal of Manufacturing Processes*, 68, 1553-1561.

- Snelling D., Williams C., & Druschitz, A. (2019). Mechanical and material properties of castings produced via 3D printed molds. *Additive Manufacturing*, 27, 199–207.
- Sivarupan T., El Mansori M, Coniglio N., & Dargusch M. (2020). Effect of process parameters on flexure strength and gas permeability of 3D printed sand molds. *Journal of Manufacturing Processes*, 54, 420-437.
- Sivarupan T., Upadhyay M., Ali Y., El Mansori M., & Dargusch M. (2019). Reduced consumption of materials and hazardous chemicals for energy efficient production of metal parts through 3D printing of sand molds. *Journal of Cleaner Production*, 224, 411-420.
- Tezel T., Ozenc M., & Kovan V. (2020). Impact properties of 3D-printed engineering polymers. *Materials Today Communications*, 26, 102-161.
- Venkata M., C. Kiran S., & Vasudeva V. (2021). Experimental investigation on the time-temperature history of Al-Si alloy while cooling in fresh and reclaimed silicate sand mould. *Materials Today: Proceedings*, 38, 2996-3004,

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Entrenamiento de redes neuronales recurrentes usando la dimensión de encaje en el espacio de las fases

*Training of recurrent neural networks using the embedding dimension in  
the space the phases*

- <sup>1</sup> Nelly Patricia Perugachi Cahueñas  <https://orcid.org/0000-0001-6331-9551>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Administración de  
Empresas, Escuela de Transporte  
[patricia.perugachi@epoch.edu.ec](mailto:patricia.perugachi@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Mariela Micaela Moreno Palacios  <https://orcid.org/0000-0002-1605-6442>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, GEAA  
[mariela.moreno@epoch.edu.ec](mailto:mariela.moreno@epoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> Arquímedes Xavier Haro Velasteguí  <https://orcid.org/0000-0003-3391-5082>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias, Escuela de  
Física  
[aharo@epoch.edu.ec](mailto:aharo@epoch.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 17/05/2022

Revisado: 28/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 29/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2252>

**Cítese:** Perugachi Cahueñas, N. P., Moreno Palacios, M. M., & Haro Velasteguí, A. X. (2022).  
Entrenamiento de redes neuronales recurrentes usando la dimensión de encaje en el  
espacio de las fases. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 254-274.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2252>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico  
tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica  
que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva  
mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara  
Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives  
4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Teoría del Caos, redes neuronales recurrentes, dimensión de encaje, sistemas caóticos.

**Keywords:**

chaos theory, recurrent neural networks, embedding dimension, chaotic system.

**Resumen**

Se propone un método usando Redes Neuronales Recurrentes para la predicción de datos caóticos, aplicando la Teoría del Caos, para estudiar el comportamiento dinámico de los datos en el espacio multidimensional de las fases, establecer la correlación de los mismos y determinar la dimensión de encaje como base para el entrenamiento de las redes neuronales, así como determinar las características dinámicas del sistema calculando los coeficientes de Lyapunov y la entropía de Kolmorov-Siani, que nos indican el grado de desorden que tiene el sistema, para proyectar la precisión de la predicción. Se usan datos de contaminantes PM2.5 tomados en el centro Histórico de la ciudad de Quito, en intervalos de una hora, entre los años 2005 a 2019. Los resultados determinan que las series de datos corresponden a un sistema caótico (más de un coeficiente positivo de Lyapunov), por lo que se justifica la aplicación de la Teoría del Caos en el análisis de los mismos, dando buenos resultados en las predicciones aplicando los métodos de redes neuronales recurrentes de Elman y Jordan, al comparar las series predichas se demuestran que no presentan diferencias significativas entre ellas, ni con los datos medidos, usando el método de varianza con 0,05 de significancia, el error cuadrático porcentual respecto al rango de variación de los datos es aproximadamente del 5 % en ambos casos. **Objetivos:** Proponer un método que ayude al entrenamiento de las redes neuronales usando la Teoría del caos, mediante la implementación de la dimensión de encaje en el espacio de las fases.

**Abstract**

A method is proposed using Recurrent Neural Networks for the prediction of chaotic data, applying Chaos Theory, to study the dynamic behavior of the data in the multidimensional space of the phases, establish the correlation of the same and determine the embedding dimensions as a basis for the training of the neural networks, as well as determine the dynamic characteristics of the system by calculating the Lyapunov coefficients and the Kolmorov-Siani entropy, that tell us the degree of disorder that the system has, to project the accuracy of the prediction. Data on PM2.5 pollutants taken in the Historic Center of the city of Quito, at one-hour intervals, between the years 2005 to 2019, are used. The results determine that the data series correspond to a chaotic system (more

---

than one positive Lyapunov coefficient), so the application of Chaos Theory in the analysis of them is justified, giving good results in the predictions applying the methods of recurrent neural networks of Elman and Jordan, when comparing the predicted series they are shown that they do not present significant differences between them, nor with the measured data, using the method of variance with 0.05 significance, the percentage square error with respect to the range of variation of the data is approximately 5% in both cases. **Objectives:** To propose a method that helps the training of neural networks using Chaos Theory, by implementing the socket dimension in the space of the phases.

---

## Introducción

Uno de los problemas de las redes neuronales son los valores de entrenamiento de las series, lo cual se los puede tomar al azar, sin embargo, si se cambia el resultado puede ser diferente, por lo que en este trabajo se propone juntar la Teoría del Caos y las redes neuronales para determinar ese valor, tomando datos de PM2.5 de la Red de monitoreo Atmosférico de Quito (REMMAQ). En el año 2002 se implementó la Red Metropolitana de Monitoreo Atmosférico de Quito, para controlar los efectos de la contaminación del aire (Rodríguez, 2015).

La teoría del caos es una rama de las ciencias que se usa para estudiar sistemas complejos, sensibles a las condiciones iniciales, en los cuales pequeñas variaciones en estas condiciones implican grandes diferencias en el comportamiento futuro, imposibilitando la predicción a largo plazo. Esto sucede a pesar de que los sistemas son en rigor determinísticos, es decir; su comportamiento puede ser completamente determinado conociendo sus condiciones iniciales (Fowler & McGuinness, 2010).

La red neuronal tiene un proceso concreto y tiende a almacenar procedimientos prácticos y hacerlos valederos para su empleo (Rebala et al., 2019). Es comparable al cerebro del ser humano en dos perspectivas, la primera, la red obtiene conocimientos mediante un procedimiento de preparación; la segunda, los enlaces inter-neuronales llamadas cargas sinápticas muestran gran estabilidad en almacenar los conocimientos (López & Caicedo, 2009). Las redes neuronales recurrentes logran el comportamiento dinámico realimentando sus entradas con muestras anteriores de las salidas, el comportamiento dinámico de las redes recurrentes hace que sean una poderosa herramienta para simular e identificar sistemas dinámicos no lineales o complejos (Díaz, 2016; González et al., 2017).

Con estos antecedentes y con el objetivo de establecer una herramienta operacional para la gestión ambiental, se aplicarán estas teorías para analizar la variación y predecir las concentraciones de PM2.5 en el Centro Histórico de la ciudad de Quito.

## Metodología

### *Teoría del caos*

El desarrollo de la teoría del caos se dio hacia finales del siglo XIX, cuando el físico–matemático Henri Poincaré introdujo el concepto de no linealidad, que contradecía el ideal clásico de los sistemas lineales, en los que causa y efecto se identifican plenamente y la resultante de un fenómeno es igual a la suma de sus partes. La no linealidad implica divergencia entre resultado y origen, y la simple adición de las partes de un hecho no corresponde al producto final, por lo que los algoritmos lineales poco pueden hacer para explicar su dinámica. El problema no era menor, si se considera que un 90% de los procesos de la naturaleza son de carácter no lineal (Motte & Campbell, 2013).

Para la aplicación de la teoría del caos se sigue un procedimiento que va desde la reconstrucción de las series de datos al espacio de las fases, la determinación del grado de casticidad que tiene el sistema y llegando a la predicción de dichos sistemas, para lo cual se usa el software Tisian (Hegger et al., 1999).

### *Tiempo de retardo (delay time) y dimensión de encaje (embedding dimension)*

El tiempo de retardo, es el paso más importante en el análisis del espacio de fases, es la técnica de reconstrucción del sistema, formando vectores y ejecutando una proyección en el espacio de fases, que es un espacio físico que permite detectar variables dinámicas, en este método se busca la relación biunívoca de los datos en el espacio de las fases (Ivancevic & Ivancevic, 2007).

La técnica de reconstrucción de espacio de fase más importante es el método de retardo. Los vectores en un nuevo espacio, el espacio de empotramiento, se forman a partir de los valores retardados de las mediciones escalares expresado en la ec.1:

$$S_n = (S_{n-(m-1)\tau}, S_{n-(m-2)\tau}, \dots, S_n) \quad (1)$$

El número m de elementos se denomina dimensión de encaje, el tiempo  $\tau$  se denomina generalmente retardo. Los teoremas incorporados por Takens y Sauer (Abderrahim et al., 2014), afirman que, si la serie  $s_n$  consiste en mediciones escalares del estado de un sistema dinámico, entonces bajo ciertas suposiciones, la incorporación de tiempo de retardo proporciona una imagen uno a uno del conjunto original, siempre que m sea lo suficientemente grande.

Si  $N$  mediciones disponibles, el número de vectores de encaje se estima que será  $N-(m-1) \tau$ . Esto debe tenerse en cuenta para la correcta normalización de las cantidades promediadas. Existe literatura sobre la opción "óptima" de los parámetros de encaje  $m$  (dimensión de encaje) y  $\tau$  (tiempo de retardo).

Fraser y Swinney el método de información mutua para calcular el retraso o llamado también tiempo de retardo con resultados razonables, tiene en cuenta las correlaciones no lineales, que se puede calcular con la Ec. 2 (Ivancevic & Ivancevic, 2007):

$$S = - \sum_{ij} P_{ij}(\tau) \ln \left( \frac{P_{ij}}{p_i p_j} \right) \quad (2)$$

Dónde para una partición en los números reales  $p_i$  es la probabilidad de encontrar un valor de serie temporal en el intervalo  $i$ -ésimo, y  $P_{ij}$  es la probabilidad conjunta de que una observación caiga en el intervalo  $i$ -ésimo y la posterior observación un tiempo  $\tau$ , caiga en el  $j$ -ésimo intervalo. En teoría, esta expresión no tiene dependencia sistemática del tamaño de los elementos de la partición y se puede calcular fácilmente. Existen buenos argumentos de que, si la información mutua exhibe un mínimo marcado en un cierto valor, entonces este es un buen candidato para un retraso razonable (Valentin, 2009).

La idea del algoritmo del falso vecino es que para cada punto  $\mathbf{s}_i$  en la serie de tiempo busque su vecino más cercano  $\mathbf{s}_j$  en un espacio  $m$ -dimensional. Por lo tanto, calcula la distancia  $\|\mathbf{s}_i - \mathbf{s}_j\|$ , que reincide en ambos puntos. Como se expresa en la ec. 3.

$$r_i = \frac{|s_{i+1} - s_{j+1}|}{\|\mathbf{s}_i - \mathbf{s}_j\|} \quad (3)$$

Al exceder  $s_j$  un umbral determinado  $s_j$ , este punto está marcado como un falso vecino. El criterio de que la dimensión de encaje es lo suficientemente alta, es la fracción de puntos para la cual  $s_i > s_j$  es cero, o al menos suficientemente pequeño. La introducción del concepto de falso vecino más cercano permite especificar una mínima separación temporal de los vecinos válidos y así determinar las dimensiones apropiadas para las matrices creadas, buscando vecinos a un punto fijo y que estén contenidos dentro de una bola de radio centrada en ese punto, de esta forma se determina la distancia interactiva y se calcula. Si la relación de la distancia de la interacción y del vecino más cercano excede a un valor determinado, el punto se marca como un vecino equivocado (Valentin, 2009).

### *Reducción del ruido*

El estudio de series de datos puede llevar a sacar conclusiones erróneas ya que los datos que se toman como magnitud de la variable a analizar suelen estar influidas por varios factores que introducen distorsiones (ruido) y por lo tanto no permiten observar con claridad los patrones dinámicos que se quiere analizar. Por lo tanto, es necesaria la

transformación de los datos de manera de poder separar el componente ruidoso y extraer señales que informen acerca del comportamiento evolutivo de la serie (Fernández, 2014).

Dentro del análisis de series temporales, algunos métodos para la reducción del ruido usan el hecho que los puntos, es decir los datos, están relacionados dinámicamente y que debido a hechos determinísticos los puntos en una misma región del espacio tienen un comportamiento similar. El algoritmo no lineal más simple sobre reducción de ruido consiste en reemplazar la coordenada central de cada vector de encaje, por un promedio local de esta coordenada (Pino-Vallejo et al., 2018). Como se expresa en la Ec. (4):

$$S_{n-\frac{m}{2}} = \frac{1}{U_e^n} \sum_{S_n \in U_e^n} S'_{n-\frac{m}{2}} \quad (4)$$

Al escoger una  $m$  dimensión de encaje y un adecuado tiempo de retardo  $\tau$ , por cada vector de encaje  $S_n$  se forma una vecindad  $U_{ne}$ , se forma en el espacio de fase que contiene todos los puntos  $S_n$  tal que  $\|S_n - S'\| < \epsilon$ , donde  $\epsilon$  es el radio de la vecindad, que debe ser lo suficientemente grande para cubrir la extensión de ruido y  $S'$  el espacio de fase inicial (Pino-Vallejo et al., 2018). Por cada vector de encaje  $S_n = (S_{n-(m-1)}, \dots, S_n)$  con  $\lambda=1$ , la coordenada corregida es  $S_{n-(m/2)}$ , se calcula como el promedio sobre la vecindad  $U_{ne}$ .

#### *Exponentes de Lyapunov*

El cálculo del espectro completo de Lyapunov requiere considerablemente más esfuerzo que el exponente máximo (Bochi & Rams, 2016). El proceso consiste en una estimación de los Jacobianos locales, es decir, de la dinámica linealizada que gobierna el crecimiento de las perturbaciones infinitesimales. El caos surge del crecimiento exponencial de las perturbaciones infinitesimales es así como para garantizar el análisis de esta inestabilidad están los exponentes de Lyapunov, que cuantifican el momento que dos trayectorias se alejan, como se expresa en la Ec 5.

$$\lambda = \frac{1}{t} \ln \left( \frac{r(t)}{r} \right) \quad (5)$$

Donde:  $r(t)$  es el semi-eje mayor de una elipse,  $r$  es el radio pequeño y  $t$  es el tiempo grande, en general se establece  $\lambda$  conocido como coeficiente de Lyapunov. En un sistema caótico al menos un exponente de Lyapunov es positivo.

El cálculo del espectro Lyapunov requiere considerablemente más esfuerzo que sólo el exponente máximo. Un método muy usado es la estimación de los jacobinos locales, es decir, de la dinámica linealizada, que gobierna el crecimiento de perturbaciones infinitesimales. Se encuentra a partir de ajustes directos de modelos lineales locales del tipo  $\delta_{n+1} = a_n \delta_n + b_n$ , de modo que la primera fila del jacobino es el vector  $a_n$ , y  $(J)_{ij} =$

$\delta_{i-1,j}$  para  $i=2,\dots,m$  donde  $m$  es la dimensión de incrustación o encaje. El  $a_n$  se halla con el método de los mínimos cuadrados  $\sigma^2 = \sum_l (\delta_{l+1} - a_n \delta_l - b_n)^2$  donde  $\delta_l$  es el conjunto de vecinos de  $\delta_n$  (Pino-Vallejo et al., 2018).

La Entropía de Kolmogórov-Sinai, también llamada métrica ( $h$ ), mide la pérdida de información a lo largo de la evolución del sistema. Como se expresa en la Ec. 6, este tipo de entropía es determinada por la suma de exponentes positivos de Lyapunov. Tiene importante significado cuando se aplica a sistemas de los cuales no se dispone más que de series temporales de valores de cierta variable (Pino-Vallejo et al., 2018).

$$h = \sum_{\lambda_i > 0} \lambda_i \quad (6)$$

Este tipo de entropía se relaciona con la previsibilidad que expresa una escala de tiempo promedio hasta la cual las predicciones pueden ser posibles. Esta cantidad invariante intrínseca del sistema tiene una relevancia singular para la caracterización de la previsibilidad. Los valores más altos de  $h$  implican valores más bajos de la predictibilidad  $1/h$ , es decir, cuanto más caótico, menos predecible (Domański & Ławryńczuk, 2017).

También de estos coeficientes se puede determinar la dimensión fractal usando el método conocido de Kaplan – Yorke, 1979, Ec. 7 (Medvinsky et al., 2017; Stolz & Keller, 2017).

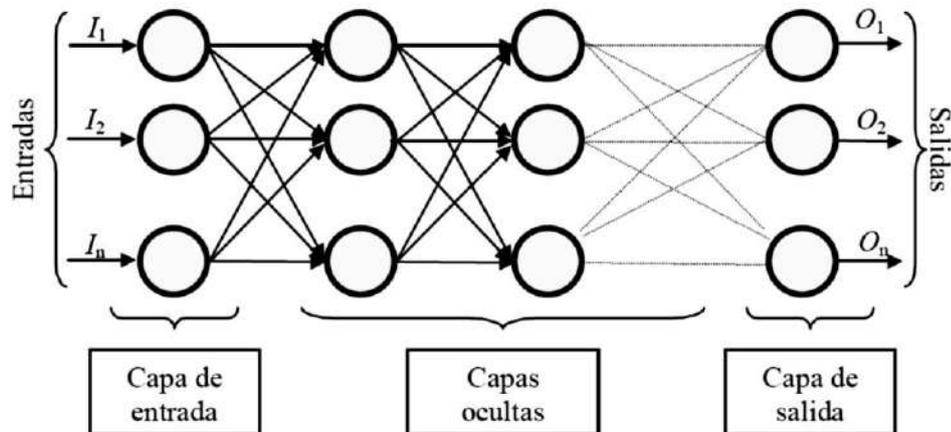
$$D_F = j + \frac{\sum_{i=1}^j \lambda_i}{|\lambda_{j+1}|}, \text{ con } \sum_{i=1}^j \lambda_i < 0 \quad (7)$$

### *Redes Neuronales*

Una red neuronal está construida por un conjunto de nodos interconectados que se denominan neuronas y se organizan en capas. Una red neuronal básica tiene una capa de entrada (input layer), una capa intermedia oculta (hidden layer) y una capa de salida (output layer). Los nodos de la capa de entrada corresponden con el número de variables que queremos introducir en la red (serían los equivalentes a las variables independientes en una regresión lineal). Por otro lado, el número de nodos de salida depende del número de variables a predecir. Por último, la capa intermedia se usa principalmente para aplicar transformaciones no lineales a las variables de entrada originales (Kocak et al., 2020).

Figura 1

Ejemplo de una red neuronal totalmente conectada



Fuente: Lewis (2016)

Las redes neuronales dado a su naturaleza y fundamentos poseen un gran número de rasgos similares a las neuronas del cerebro. Tienen la facultad de instruirse de la experiencia, como de sistematizar sucesos pasados y para poder llevarlos a nuevos sucesos (Cruz et al., 2007).

### Redes Neuronales Recurrentes

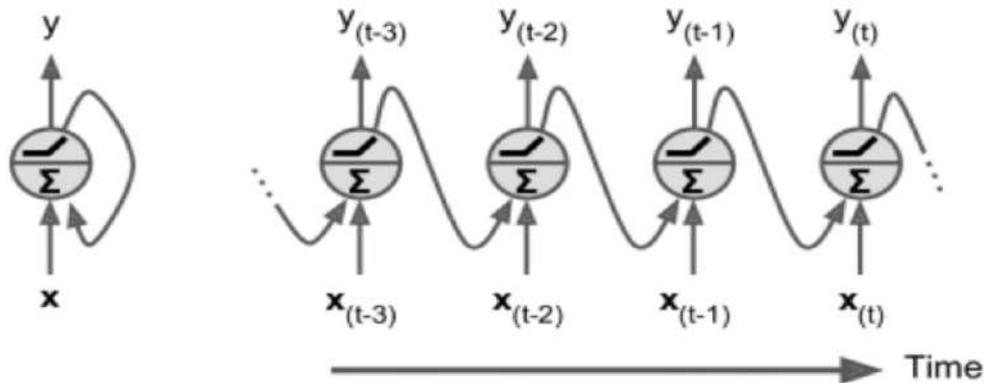
Las redes neuronales recurrentes (Recurrent Neural Networks) tienen una gran habilidad para aprender problemas difíciles que tratan sobre datos con series temporales. Estas redes tienen estados ocultos distribuidos en el tiempo que permiten almacenar mucha información sobre el pasado de forma eficiente (Géron, 2017).

Las redes recurrentes son dinámicas, es decir también tienen conexiones hacia atrás. La salida depende de los actuales valores de las variables de entrada a la red, de los anteriores valores de la entrada, de los anteriores valores de la salida, etc.

Fijémonos en la más sencilla red neuronal recurrente posible, compuesta por sólo una neurona que recibe los inputs y que produce un output y que este lo envía a sí misma como vemos en la parte izquierda de la siguiente imagen:

**Figura 2**

*Neurona recurrente (izquierda), desarrollo en el tiempo (derecha)*



**Fuente:** Lewis (2016)

Cada neurona recurrente tiene dos conjuntos de pesos; uno para los inputs  $x(t)$  y otro para las salidas del paso temporal anterior  $y(t-1)$ . Llamemos a estos pesos  $w_x$  y  $w_y$ . La salida  $y(t)$  de una neurona recurrente se puede calcular de la siguiente manera, Ec. 9:

$$y(t) = \varphi(x_{(t)}^T \cdot w_x + y_{(t-1)}^T \cdot w_y + b) \quad (9)$$

donde  $b$  es el sesgo (bias) y  $\varphi$  es la función de activación. Podemos resumir la expresión anterior mediante el álgebra lineal de la siguiente manera, Ec. 10:

$$y(t) = \varphi(Xx_{(t)} \cdot W_x + Y_{(t-1)} \cdot W_y + b) = \varphi(|X_{(t)} Y_{(t-1)}|. W + b) \quad (10)$$

siendo  $W = [W_x \ W_y]^T$  y donde:

$Y(t)$  es una matriz  $m \times n$  neuronas que contiene los outputs del marco temporal  $t$  para cada batch (que es el conjunto de datos que entran a la neurona) en este caso  $m$  y  $n$  neuronas es el número de neuronas de la capa.

$X(t)$  es una matriz  $m \times n$  inputs que contiene las variables inputs de las  $m$  observaciones y  $n$  inputs es el número de variables explicativas de entrada.

$W_x$  es una matriz  $n$  inputs  $\times$   $n$  neuronas conteniendo los pesos de las conexiones para las entradas del paso temporal actual.

$W_y$  es una matriz  $n$  neuronas  $\times$   $n$  neuronas conteniendo los pesos de las conexiones para las salidas del paso temporal anterior.

Las matrices de pesos  $W_x$  y  $W_y$  se pueden juntar en la matriz  $W$  que será  $(n \text{ inputs} + n \text{ neuronas}) \times n \text{ neuronas}$

$b$  es un vector de tamaño neuronas que permite añadir un término constante (bias) al modelo.

Hay que darse cuenta de que  $Y(t)$  es una función de  $X(t)$  y de  $Y(t-1)$ , quien a su vez es función de  $X(t-1)$  y de  $Y(t-2)$ , quién es función de  $X(t-2)$  y así sucesivamente. Esto hace que  $Y(t)$  sea función de todas las variables de entrada desde el tiempo inicial  $t = 0$  (esto es, de  $X(0); X(1); \dots; X(t)$ ). En  $t = 0$  no hay outputs anteriores luego se asumen como ceros.

#### *Redes Neuronales Recurrentes de Elman y Jordan*

Las Redes Neuronales Recurrentes son adecuadas para modelar series temporales, se trabajó con redes Elman y Jordan, el análisis se realizó en el software libre R-Studio.

Una red neuronal de Elman es una red con tres capas (entrada, oculta y salida) a las que se le añade una capa con 'unidades de contexto' (o también llamadas unidades de retardo). Cada capa contiene una o más neuronas que propagan la información de una capa a la siguiente con la regla de aprendizaje que se haya fijado.

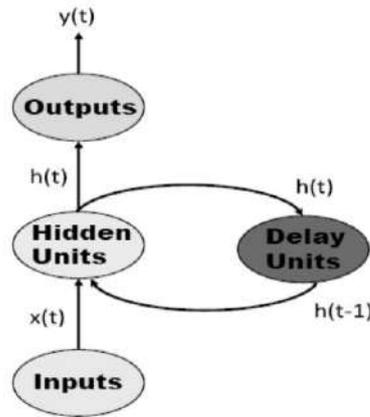
En las redes de Elman el número de neuronas de la capa de contexto tiene que ser igual al número de neuronas de la capa oculta. Además, todas las neuronas de la capa de contexto están conectadas con una neurona de la capa oculta.

El proceso de memoria se produce a través de las unidades de retardo que son alimentadas por las neuronas de la capa oculta. Los pesos de las conexiones entre la capa oculta y las unidades de retardo son fijos e iguales a 1. Gracias a esto en las unidades de retardo siempre mantenemos una copia de los valores de salida de las neuronas de la capa oculta del paso previo.

Podemos ver una representación de la red neuronal de Elman en la figura 3:

**Figura 3**

*Representaciones de la red neuronal de Elman*



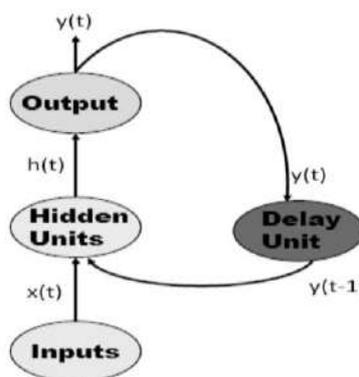
Fuente: Lewis (2016)

En la figura 3 se ve el esquema de la red de Elman, observando que la salida de la capa oculta se almacena en la capa de retardo, y que luego esta sirve de entrada en el siguiente paso para la capa oculta, donde las unidades de retardo  $u_i$  en las que se almacena el valor de la salida de la neurona  $y_i$  y sirven como entrada en el siguiente paso (Lewis, 2016).

La red neuronal de Jordan tiene una arquitectura similar a la de Elman, es decir, consta de la capa de entrada, una capa oculta, la capa de salida y la capa de contexto. La única diferencia es que ahora se guarda la información de la capa de salida en vez de la información de la capa oculta, por lo que la capa de contexto está conectada a la capa oculta y a la de salida como vemos en la figura 4. Por tanto, esta red recuerda la salida final del paso anterior en vez de la salida de la capa oculta. La estructura de la red neuronal de Jordan es la siguiente:

**Figura 4**

*Representaciones de la red neuronal de Elman*



Fuente: Lewis (2016)

Las ecuaciones matemáticas que definen ambos procesos son Ec. 11 y 12:

Red de Elman:

$$h_t = \sigma_h(W_h x_t + U_h h_{t-1} + b_h)$$
$$y_t = \sigma_h(W_y h_t + b_y) \quad (11)$$

Red Jordan:

$$h_t = \sigma_h(W_h x_t + U_h y_{t-1} + b_h)$$
$$y_t = \sigma_h(W_y h_t + b_y) \quad (12)$$

Donde  $x_t$  es el vector con las variables de entrada,  $h_t$  es el vector de la capa oculta,  $y_t$  es el vector de salida,  $W = [W_x \ W_y]^T$  y  $U_h$  son las matrices de pesos y  $b = [b_h \ b_y]^T$  el bias.  $\sigma_h$  y  $\sigma_y$  son las funciones de activación de las respectivas capas.

Para la presente técnica no es obligatorio describir supuestos como la distribución de probabilidad, patrón de comportamiento de los datos de la serie para pronosticar de manera eficiente, además al ser utilizada para realizar predicciones presenta una característica significativa y es que los datos no serán desarrollados para probar supuestos como tendencia o estacionalidad en la serie previo a la realización de los pronósticos (Li et al., 2017).

Es necesario realizar un cambio de escala a los datos originales debido a que los valores de la ecuación logística se encuentran en el rango de (0,1), se aplica la siguiente formula:

$$y_b = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (13)$$

Se ha establecido un ritmo de aprendizaje de 0.07 (Zhou et al., 2017), con un número máximo de 5000 iteraciones.

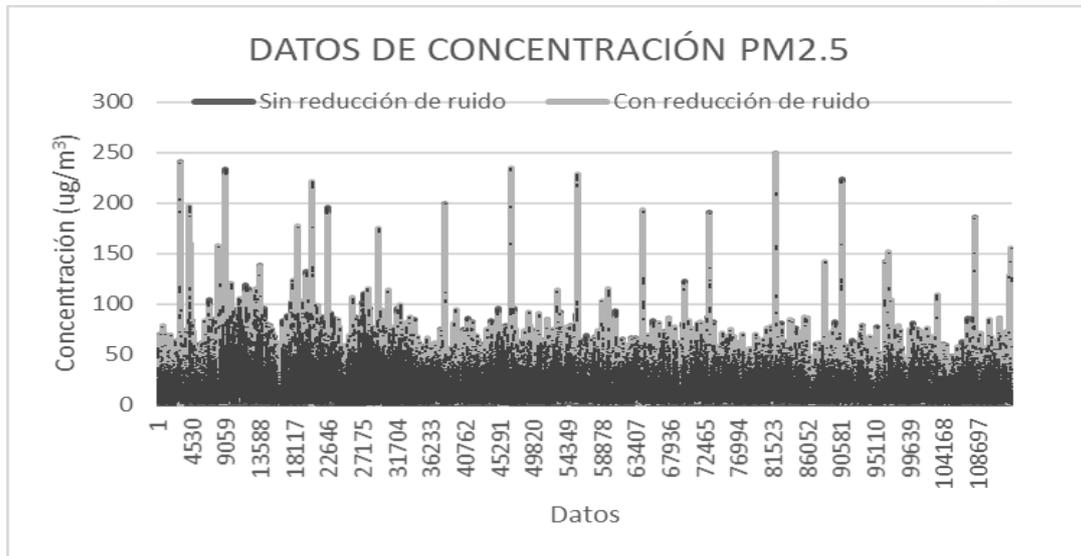
El uso de la Teoría del Caos ayuda a establecer el comportamiento dinámico del sistema y establecer su regularidad en el espacio de las fases, además se reduce el ruido en la serie datos, los cuales se normaliza y se aplica redes neuronales recurrentes.

### Resultados y discusión

Con los datos recolectados se procedió a desarrollar el análisis, en primera instancia una reducción de ruido en la serie de datos, con los que se trabajó para establecer la dinámica del sistema, procediéndose antes a normalizar los datos, y finalmente se predijo con redes neuronales recurrentes, para lo cual se ha usado el modelo TISIAN y el paquete R estudio.

**Figura 5**

*Gráfico de datos PM2.5 con reducción de ruido y sin reducción del ruido*

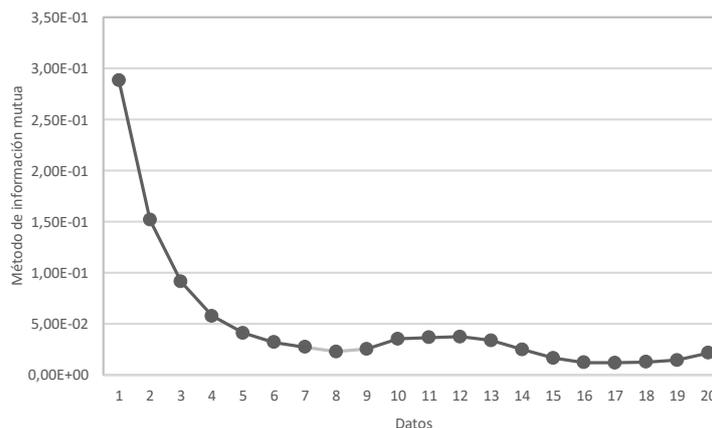


En la figura 5 se observa los datos con reducción del ruido y sin reducción de ruido, donde no se puede notar diferencias significativas entre las series, procedimiento necesario para evitar anomalías entre los datos y asegurar su correlación en el espacio de las fases.

En principio para realizar el análisis se normalizó los datos entre cero y uno, para mantener la variación de estos según los requerimientos de las redes neuronales recurrentes, verificándose que aporta al análisis usando la teoría del caos, ya que los rangos de variación no son muy grandes, además, por la cantidad de datos usados el sistema se muestra estable en los parámetros calculados.

**Figura 6**

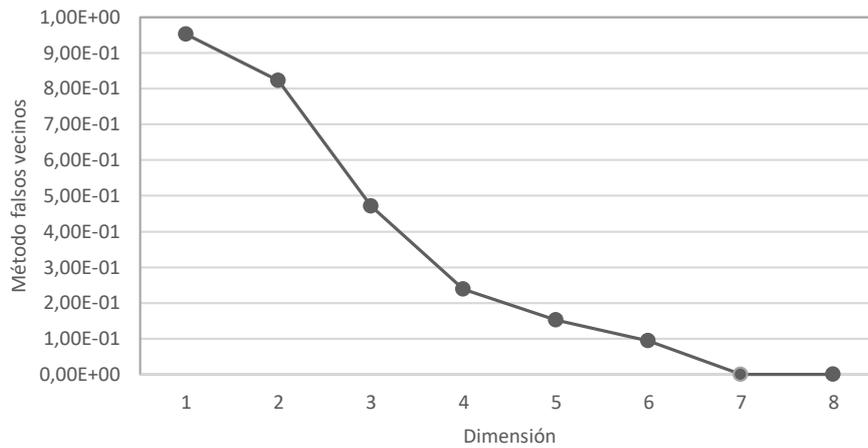
*Estimación del tiempo de retardo usando el método de información mutua*



En la figura 6 se presentan los cálculos aplicando el método de información mutua para hallar el tiempo de retardo, para lo cual se recomienda elegir el primer mínimo de la función.

**Figura 7**

*Estimación de la dimensión de encaje usando el método de falsos vecinos*



En la figura 7 se observa los resultados del cálculo de la dimensión de encaje usando el método de los falsos vecinos, el cual toma como valor más probable el primer cero que alcanza la función.

**Tabla 1**

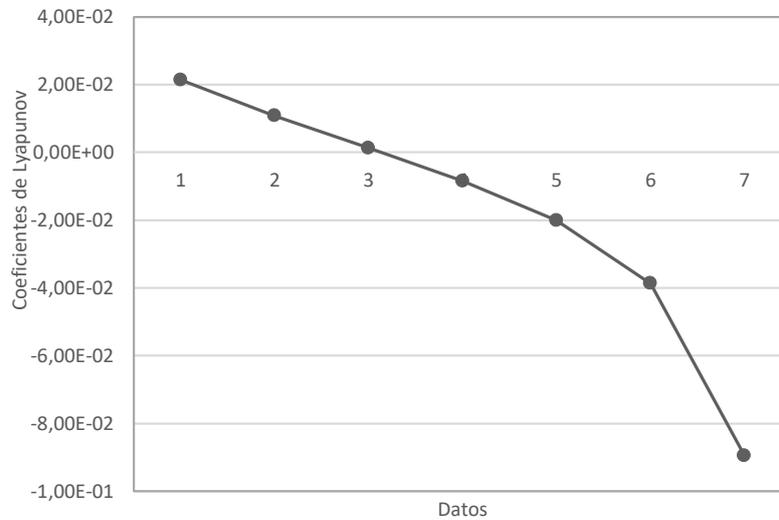
*Tiempo de retardo y dimensión de encaje con reducción del ruido*

Parámetros	Tiempo de Retardo	Dimensión de Encaje
PM 2.5	8	7

En la tabla 1 se observa el tiempo de retardo para la reconstrucción de los datos en el espacio de las fases y la dimensión de encaje que establece la dimensión mínima que se debe usar para analizar los datos observados.

**Figura 8**

*Gráfico de datos los coeficientes de Lyapunov calculados*



La figura 8 presenta los coeficientes de Lyapunov, indican la dinámica del sistema, cuando existe al menos un coeficiente positivo, se dice que el sistema es caótico, es decir son datos no lineales, en los cuales es conveniente aplicar métodos propuestos, Teoría del Caos y Redes Neuronales.

**Tabla 2**

*Dimensión fractal de Kaplan-Yorke y entropía de Kolmogoróv-Sinai*

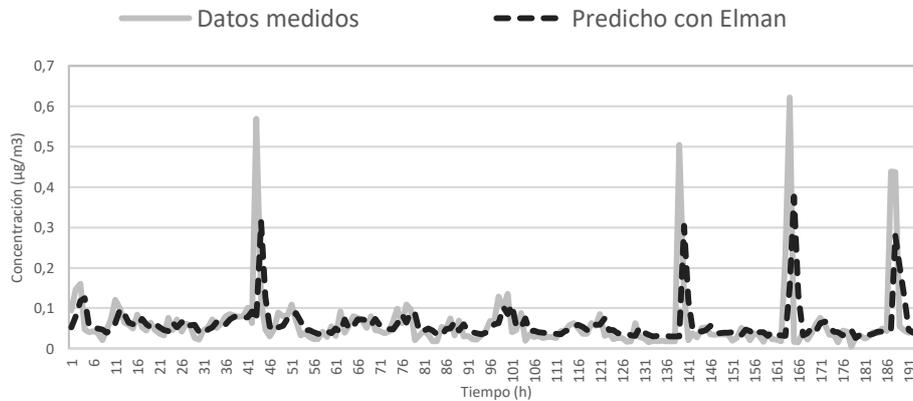
Parámetros	Dimensión Fractal	Entropía
PM2.5	5,12	0,0321

La tabla 2 muestra la dimensión de Kaplan-Yorke y la Entropía de Kolmogórov-Sinai, del sistema que identifica la dimensión fractal de este y el grado de desorden que los caracteriza.

Se determinó que la dimensión es fraccionaria, es decir es de tipo fractal, de 5,12 que ratifica la complejidad del sistema, de igual manera se aprecia la entropía del sistema que mide el grado de desorden del sistema y está asociada a su predictibilidad.

**Figura 9**

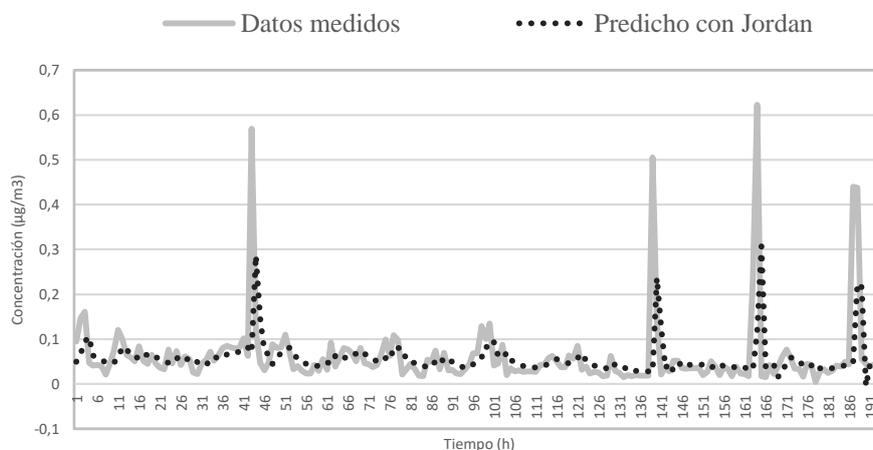
*Gráfico de datos PM2.5 medidos y predichos con redes neuronales recurrentes de Elman*



En la figura 9 se observa la comparación entre los datos reales y predichos usando redes neuronales recurrentes de Elman, tomando como base la dimensión de 7 determinada con la teoría del caos en la cual se describirían los datos con un error de 0,07 y 5000 repeticiones en el entrenamiento de las redes, se puede notar una tendencia muy buena entre los datos reales y datos predichos.

**Figura 10**

*Datos PM2.5 medidos y predichos con redes neuronales recurrentes de Jordan*



En la figura 10 se observa la comparación entre los datos reales y predichos usando redes neuronales recurrentes de Jordan, tomando como base la dimensión de 7 determinada con la teoría del caos en la cual se describen los datos con un error de 0,07 y 5000 repeticiones

en el entrenamiento de las redes, similar a lo aplicado en Elman, de igual forma se puede notar una tendencia muy buena entre los datos reales y datos predichos.

**Tabla 3**

*Análisis de varianza de los datos predichos*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos				0,461	0,631	3,011
Dentro de los grupos						
Total	1,917	581				

También se aplica un análisis de varianza en la tabla 3, para determinar si existe diferencia entre las series de datos tanto predichas con redes neuronales de Elman, como de Jordan, obteniéndose que efectivamente no existe diferencia entre estas series.

**Tabla 4**

*Error cuadrático medio entre series de datos reales con predichos con la teoría del caos y Redes Neuronales Recurrentes*

Método	Error cuadrático medio	Error cuadrático medio porcentual respecto al rango de variación.
Método de Elman	0,08062	4,98
Método de Jordan	0,08003	4,94

Finalmente se determinó el error cuadrático medio entre los datos predichos y los datos medidos (tabla 4), y se calculó el error porcentual que se daría en el rango de variación de la serie medida, para tener una idea de la precisión del cálculo llegando en ambos casos alrededor de 4,9 %, demostrando que cualquiera de ellos podría ser aplicado en este sistema.

### Conclusiones

- Se aplica teoría del caos a las series de datos normalizados con reducción de ruido, obteniéndose resultados estables en los parámetros de análisis de la Teoría del Caos, con una dinámica caótica (2 coeficientes positivos de Lyapunov), que indica la irregularidad de los datos.
- Se establece la entropía de Kolmorov-Siani (0,0321) y la dimensión fractal de Kaplan-Yorke (5.2), resultados que confirman la complejidad del sistema y la dificultad en su predictibilidad.

- Al aplicar la dimensión de encaje como variable de entrenamiento de las redes se establece, que los dos métodos propuestos no presentar diferencias significativas al 0.05 de significancia, y su error porcentual medio cuadrático respecto al rango de variación de los datos de alrededor del 5 %.
- El conocimiento de la dinámica del sistema ayuda a preestablecer el comportamiento de los datos antes de predecir con redes neuronales recurrentes, dando información valiosa para saber las potenciales resultados.

### Agradecimiento

Al Proyecto de Monitoreo Hídrico en la Provincia de Chimborazo del Centro de Energías Alternativas y Ambiente (CEAA).

### Referencias Bibliográficas

- Abderrahim, N. W., Benmansour, F. Z., & Seddiki, O. (2014). A chaotic stream cipher based on symbolic dynamic description and synchronization. *Nonlinear Dynamics*, 78(1), 197–207. <https://doi.org/10.1007/s11071-014-1432-z>
- Bochi, J., & Rams, M. (2016). The entropy of Lyapunov-optimizing measures of some matrix cocycles. *Journal of Modern Dynamics*, 10, 255–286. <https://doi.org/10.3934/jmd.2016.10.255>
- Cruz, B., Martínez, S., Abed, R., Ábalo, G., Lorenzo, G., Matilde, M., & Lorenzo, M. G. (2007). Redes neuronales recurrentes para el análisis de secuencias Recurrente neurales / network for sequences analysis. *Rcci*, 1, 11.
- Díaz, M. (2016). Redes neuronales recurrentes y series temporales. <http://software-tecnico-libre.es/es/articulo-por-tema/todas-las-secciones/todos-los-temas/todos-los-articulos/redes-neuronales-recurrentes-y-series-de-tiempo>
- Domański, P. D., & Ławryńczuk, M. (2017). Assessment of predictive control performance using fractal measures. *Nonlinear Dynamics*, 89(2), 773–790. <https://doi.org/10.1007/s11071-017-3484-3>
- Fernández, D. G. (2014). Reducción del ruido y predicción de series temporales de alta frecuencia mediante sistemas dinámicos no lineales y técnicas neurales. *Banco Central Del Uruguay*, (1688), 15. <http://www.bcu.gub.uy/Estadisticas-e-Indicadores/Documentos de Trabajo/1.2014.pdf>
- Fowler, Andrew., & McGuinness, M. (2010). *Chaos: An Introduction for Applied Mathematicians*. (S. Nature, Ed.). New Zeland.

[https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=SdzODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR8&dq=Chaos+An+Introduction+for+Applied+Mathematicians,+Switzerland,+Springer&ots=rqAReTU6eR&sig=TPdrhtsZG9OCH0j--37iAzdPIc#v=onepage&q=Chaos An Introduction for Applied Mathematician](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=SdzODwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR8&dq=Chaos+An+Introduction+for+Applied+Mathematicians,+Switzerland,+Springer&ots=rqAReTU6eR&sig=TPdrhtsZG9OCH0j--37iAzdPIc#v=onepage&q=Chaos+An+Introduction+for+Applied+Mathematician)

Géron, A. (2017). *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn & TensorFlow*. <https://www.oreilly.com/library/view/hands-on-machine-learning/9781491962282/>

González, J. C., Tudurí, J. M., & Rul-lan, G. (2017). Análisis de Series Temporales Usando Redes Neuronales Recurrentes. <https://www.apsl.net/blog/2017/06/14/analisis-de-series-temporales-usando-redes-neuronales-recurrentes/>

Hegger, R., Kantz, H., & Schreiber, T. (1999). Practical implementation of nonlinear time series methods: The TISEAN package. *Chaos*, 9(2), 413–435. <https://doi.org/10.1063/1.166424>

Ivancevic, V. G., & Ivancevic, T. T. (2007). Introduction to Attractors and Chaos. In *High-Dimensional Chaotic and Attractor Systems* (pp. 1–151). Dordrecht: Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5456-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5456-3_1)

Kocak, C., Dalar, A. Z., Cagcag Yolcu, O., Bas, E., & Egrioglu, E. (2020). A new fuzzy time series method based on an ARMA-type recurrent Pi-Sigma artificial neural network. *Soft Computing*, 24(11), 8243–8252. <https://doi.org/10.1007/s00500-019-04506-1>

Lewis, N. (2016). *Deep time series forecasting with python*. (C. I. P. Platform, Ed.). Retrieved from <https://www.goodreads.com/book/show/33843624-deep-time-series-forecasting-with-python>

Li, X., Peng, L., Yao, X., Cui, S., Hu, Y., You, C., & Chi, T. (2017). Long short-term memory neural network for air pollutant concentration predictions: Method development and evaluation. *Environmental Pollution*, 231, 997–1004. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.114>

López, Jesús., & Caicedo, E. (2009). *Una aproximación práctica a las Redes Neuronales Artificiales*. (P. E. U. del Valle, Ed.) (Primera). Universidad del Valle. [https://www.researchgate.net/publication/303365431\\_Una\\_aproximacion\\_practica\\_a\\_las\\_Red\\_Neuronales\\_Artificiales](https://www.researchgate.net/publication/303365431_Una_aproximacion_practica_a_las_Red_Neuronales_Artificiales)

Medvinsky, A. B., Nurieva, N. I., Rusakov, A. V., & Adamovich, B. V. (2017). Deterministic chaos and the problem of predictability in population dynamics. *Biophysics (Russian Federation)*, 62(1), 92–108. <https://doi.org/10.1134/S0006350917010122>

- Motter, A. E., & Campbell, D. K. (2013). Chaos at fifty. *Physics Today*, 66(5), 27–33. <https://doi.org/10.1063/PT.3.1977>
- Pino-Vallejo, M., Tierra, A., Haro, A., & Perugachi, N. (2018). Prediction of concentrations of PM2.5 in downtown Quito using the chaos theory. *AIP Conference Proceedings*, 2003, 1–8. <https://doi.org/10.1063/1.5050365>
- Rebala, G., Ravi, A., & Churiwala, S. (2019). *An Introduction to Machine Learning*. (Springer International Publishing, Ed.). 1. [https://books.google.com.ec/books/about/An\\_Introduction\\_to\\_Machine\\_Learning.html?id=gckwygEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.ec/books/about/An_Introduction_to_Machine_Learning.html?id=gckwygEACAAJ&redir_esc=y)
- Rodríguez, A. (2015). *Contaminación atmosférica y justicia ambiental en Quito*. FLACSO. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/xmlui/handle/10469/8549>
- Stolz, I., & Keller, K. (2017). A general symbolic approach to Kolmogorov-Sinai entropy. *Entropy*, 19(12), 1–19. <https://doi.org/10.3390/e19120675>
- Valentin, A. (2009). *Y bolotin a tur, V. Yanovsky, chaos, concept, control and consnhuctive Use*. (Caron, Ed.) (Springer C). Springer. [https://www.researchgate.net/publication/281089929\\_YBolotinATurVYanovskyChaosConceptcontrol\\_and\\_Consnhuctive\\_UseSpringerISBN\\_978-3-642-00936-5](https://www.researchgate.net/publication/281089929_YBolotinATurVYanovskyChaosConceptcontrol_and_Consnhuctive_UseSpringerISBN_978-3-642-00936-5)
- Zhou, S., Li, W., & Qiao, J. (2017). Prediction of PM2.5 concentration based on recurrent fuzzy neural network. *Chinese Control Conference, CCC*, 3920–3924. <https://doi.org/10.23919/ChiCC.2017.8027970>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## La marca “ESPOCH politécnica Latinoamericana por el comercio justo”, como respuesta al mercado del consumidor

*The brand "ESPOCH Latin American Polytechnic for fair trade", as a response to the consumer market.*

- <sup>1</sup> Ligia Maricela Niama Rivera  <https://orcid.org/0000-0002-1818-0041>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador.  
[lniama@epoch.edu.ec](mailto:lniama@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Ruth Genoveva Barba Vera  <https://orcid.org/0000-0003-0272-171X>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador.  
[rbarba@epoch.edu.ec](mailto:rbarba@epoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> María Lorena Villacrés Pumagualle  <https://orcid.org/0000-0002-5909-9629>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Informática y Electrónica, Riobamba, Ecuador.  
[marial.villacres@epoch.edu.ec](mailto:marial.villacres@epoch.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 12/05/2022

Revisado: 21/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 29/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2253>

**Cítese:** Niama Rivera, L. M., Barba Vera, R. G., & Villacrés Pumagualle, M. L. (2022). La marca “ESPOCH politécnica Latinoamericana por el comercio justo”, como respuesta al mercado del consumidor. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 275-288.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2253>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>  
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

*Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>*

**Palabras claves:**

Comercio Justo,  
Marca, iconos,  
estructura,  
influencia,  
consumidor,  
TICs.

**Keywords:**

Fair Trade,  
Brand, icons,  
structure,  
influence,  
consumer, ICTs.

**Resumen**

**Introducción:** La tendencia a mejorar las condiciones sociales y medio ambientales en el planeta, han hecho posible el apareamiento de personas con un alto grado de corresponsabilidad frente al consumo, estas buscan productos que estén vinculados a proceso de producción éticos social y ambientalmente. **Objetivo:** Proponer el análisis de la aceptación de la marca ESPOCH, Politécnica Latinoamericana por el comercio justo, que pretende medir a que nivel los consumidores están dispuestos a aceptar una marca que refleja la esencia. **Metodología:** Para el efecto se realizó una encuesta digital, se consideró una muestra representativa de estudiantes politécnicos, se determinó la correlación de: la iconicidad, la estructura y la incidencia que la marca tiene implícito con el nivel de aceptación, independencia de las variables utilizado el estadístico de Chi Cuadrado, las medidas simétricas utilizadas para medir la fuerza de correlación fueron Phi de Pearson y V de Cramer. **Resultados:** Estos indican la presencia de correlación positiva, con un bajo nivel de fuerza en la mayoría de los casos. Lo que se entiende por el hecho de que comercio justo es una actividad comercial relativamente nueva, lo que determina la necesidad de elevar el nivel de conocimiento de los consumidores. Es necesario que se amplíe los canales digitales, en las que la aplicación de las TIC puede contribuir a subsanar esta necesidad. **Discusión:** El lenguaje de la marca resulto ser independiente de la aceptación, suele ser subjetivo, y el consumidor, escasamente se detiene a interpretar el logotipo “es necesario comprender el contexto del significado de la marca como objetos dotados de significados simbólicos” **Conclusión:** De los resultados obtenidos, se puede decir que la marca “ESPOCH Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo”, ha sido aceptada por los consumidores, pero de forma parcial, está sujeta a proceso de reconocimiento y validación.

**Abstract**

**Introduction:** The tendency to improve social and environmental conditions on the planet has made possible the emergence of people with a high degree of co-responsibility in consumption, who are looking for products that are linked to socially and environmentally ethical production processes. **Objective:** To propose the analysis of the acceptance of the brand ESPOCH, “Politécnica Latinoamericana por el comercio justo,” which aims to measure at

---

what level consumers are willing to accept a brand that reflects the essence. **Methodology:** For this purpose, a digital survey was conducted, a representative sample of polytechnic students was considered, the correlation of iconicity, structure, and incidence that the brand has implicitly with the level of acceptance was determined, independence of the variables used the Chi Square statistic, the symmetrical measures used to measure the strength of correlation were Pearson's Phi and Cramer's V. **Results:** These indicate the presence of positive correlation, with a low level of strength in most cases. This can be understood by the fact that fair trade is a new commercial activity, which determines the need to raise the level of consumer awareness. It is necessary to expand the digital channels, where the application of ICT can contribute to meet this need. **Discussion:** The language of the brand turned out to be independent of acceptance, it is usually subjective, and the consumer hardly stops to interpret the logo "it is necessary to understand the context of the meaning of the brand as objects endowed with symbolic meanings" **Conclusion:** From the results obtained, it can be said that the brand "ESPOCH Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo", has been accepted by consumers, but partially, it is subject to a process of recognition and validation.

---

## Introducción

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas tiene 17 objetivos (ODS). El Objetivo 12 se centra en el consumo y la producción sostenibles. Este objetivo demanda a las empresas que reduzcan el uso de recursos, la degradación y la contaminación a lo largo de todo el ciclo de vida de la producción. Además, la meta 12.8 requiere que las personas “tengan la información y la conciencia relevantes para el desarrollo sostenible y estilos de vida en armonía con la naturaleza” para el 2030 (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015).

La tendencia global a la protección al medio ambiente y el compromiso social ha provocado el surgimiento de un nuevo tipo de consumidor, que considera los atributos éticos de un producto en todas las etapas de fabricación, por lo que, las empresas en la actualidad se ven en la necesidad de implementar las llamadas estrategias de marketing

ético para atraer a este tipo de consumidor. El marketing ético es un tipo de trabajo de promoción y ventas relacionado con una causa (Saá, 2016). Orientado al aumento de este tipo de consumidores ayudando a alcanzar el objetivo 12 de los ODS.

Los productos de Comercio Justo son preferidos por los consumidores éticos. El Comercio Justo es un método de ventas que hace hincapié en factores como el bienestar del productor y se preocupa por los seres vivos en los ecosistemas dentro de los cuales se produce. El Comercio Justo se introdujo originalmente como una crítica a las desigualdades comerciales internacionales históricamente arraigadas y tenía un mercado pequeño en las décadas de 1960 y 1970 (Álvarez, 2018), que ha incrementado en los últimos años, pasando a reconocerse como parte de las iniciativas basadas en el mercado Internacional sostenible (Friant, 2016), y considerado uno de los principios que resalta la importancia del respeto por el medio ambiente, según la Organización Mundial de Comercio Justo (WFTO, 2021).

Las estimaciones de la Organización Mundial del Comercio (OMC, 2020), sobre la participación de los países desarrollados en el volumen de importaciones se estima entre el 2018 y el 2020 en 19.226 mil millones de dólares, mientras que las transacciones de comercio justo apenas llegarán a los 10 mil millones de dólares que representa el 0,05% del total del comercio mundial, por otro lado, aunque el porcentaje de personas que integran en sus compras el comercio justo va en aumento, del 2010 al 2020 ha crecido en 13% (Portal de Economía Solidaria, 2021). El pequeño mercado de Comercio Justo y la creciente conciencia del concepto en los países del mundo podrían sugerir que la conciencia de Comercio Justo no necesariamente resulta en compras reales.

En otras palabras, si bien los consumidores comprenden el concepto de Comercio Justo, no necesariamente eligen un producto de Comercio Justo mientras compran. Al respecto Tapia et al. (2014), señalan que, si bien los consumidores consideran el Comercio Justo al momento de seleccionar el producto, el peso de este criterio no es significativo en su elección.

Por lo que se requiere dar mayor impulso a la promoción de los productos de Comercio justo para que los consumidores los conozcan y se dé un proceso de aprendizaje. Al respecto se realizó una revisión sistemática de literatura ó RSL por sus siglas en inglés, aplicando la metodología de (Kitchenham & Charters, 2007)), partiendo de una búsqueda en la base de datos SCOPUS realizada el 8 de julio del 2020, en base a la cadena de búsqueda en el idioma inglés de: material educativo o metodología de enseñanza, gente joven, presente; obteniéndose como resultado diez artículos que se analizaron para identificar la metodología de enseñanza más adecuada para estudiantes universitarios (Barba et al., 2021), que es el marco en el que se desarrolla el proyecto de vinculación del que forma parte el presente estudio.

De la RSL, se puede resaltar la importancia de la multimedia, para aumentar la eficiencia y la productividad al hacer que los jóvenes funcionen en la economía global actual incluyendo humanismo y reflexión en la educación. Así el material multimedia como videos, combinado con texto e imágenes, contribuye ampliamente en el aprendizaje, desarrolla creatividad y reflexión (Dewi, 2019).

Con ello se puede dar un mayor impulso a la concientización del consumidor a través de redes sociales como Facebook e Instagram, que son las más utilizadas por los jóvenes hoy en día, y difundir la marca desarrollada.

Además, recientes estudios como el de Lee & Jin (2019), aseguran que los certificados y premios ecológicos tienen un impacto positivo en la imagen de marca de una empresa y, a su vez, la imagen de marca aumenta su valor percibido

Este trabajo intenta dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación.

¿La información implícita, en el logotipo de la marca ESPOCH Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo, es relevante para los consumidores?

¿Los consumidores en la ciudad de Riobamba pueden procesar la información para que la información influya en las decisiones de compra?

¿Cómo perciben los consumidores la intencionalidad de la ESPOCH para utilizar la información de Comercio Justo en sus productos?

La Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, busca integrar la promoción de comercio justo, y convertirse en un referente latinoamericano para apoyar las iniciativas de los gobiernos locales, ciudadanos y empresariales promoviendo esta forma de mercado, para ello involucra un trabajo multidisciplinario a través del proyecto de vinculación “ESPOCH, Universidad latinoamericana por el comercio justo”, en el que la facultad de informática y electrónica contribuye con el diseño de la marca que orientada a elevar el nivel de conciencia de los consumidores.

### Metodología

La realización de este trabajo de investigación considera los aspectos relevantes y la incidencia del comercio justo en la actitud de los consumidores, tomando en cuenta los criterios de percepción manifiesta sobre el logotipo que representa a una marca además de analizar la importancia de integrar a los actores de la educación superior como multiplicadores activos de este proceso. Para el efecto se ha considerado sobre la población total de estudiantes del a ESPOCH una muestra representativa de 432 estudiantes a los que se les aplico una encuesta validada por expertos, y se le aplico la

prueba de alfa de Cronbach reportando un valor de 0,938, lo que significa que el cuestionario tuvo una fiabilidad muy buena.

La encuesta virtual se realizó a través de la aplicación *Google forms*, el cuestionario estuvo estructurado de 9 preguntas cerradas, con variables categóricas nominales, en relación con la información implícita en la marca ESPOCH Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo.

Los resultados obtenidos fueron sometidos a una prueba de Chi Cuadrado para establecer los niveles de independencia de las variables estudiadas en tres categorías diferentes relacionadas con las características intrínsecas de la marca, En La primera categoría sobre la iconicidad se relacionaron: la aceptación de la Marca ESPOCH, Politécnica Latinoamericana para un comercio justo con a) los elementos visuales que llaman la atención; b) los valores que trasmite la marca y c) la definición que representa la parte gráfica de la marca.

En la segunda categoría sobre los aspectos estructurales de la marca, se relacionaron las variables: la aceptación de la Marca ESPOCH, Politécnica Latinoamericana para un comercio justo con a) La claridad de la tipografía para leer el texto y b) la Aceptación de la ESPOCH en la cromática (Colores) utilizada en la marca.

La tercera categoría sobre la influencia de la marca en el comportamiento de los consumidores se relacionó: la aceptación de la Marca ESPOCH, Politécnica Latinoamericana por el comercio justo con a) Si al adquirir un producto el cliente se fija que la marca presenta productos saludables; b) la frecuencia con la que consume alimentos agroecológicos y c) La Capacidad económica de la Familia para adquirir los productos ecológicos. Para medir el nivel de fuerza entre variables se utilizó la prueba Phi de Pearson (de -1 a 1) y la prueba de V de Cramer (de 0 a 1), para finalmente plantear generalizaciones a manera de conclusiones.

## Resultados

### *Presentación Grafica de la Marca*

#### **Figura 1**

*Marca ESPOCH, Politécnica Latinoamericana por el comercio justo*



**Nota:** Manual de creación de la marca ESPOCH

La Marca ESPOCH, Politécnica Latinoamericana por el comercio justo, es una representación gráfica dividida en dos partes por una franja dicromático-delgada que tiene los colores rojo y verde representativos de la ESPOCH, y que representa el acercamiento de la institución como institución de educación superior asumiendo la responsabilidad de promover el comercio justo a nivel de Latinoamérica con la producción agroecológica y sostenible.

La iconografía del logo en la parte derecha, esta continuidad, de abajo hacia arriba por dos manos que representan a la institución por los colores, sosteniendo un campo verde que indica la producción, en el fondo se ve una silueta de color celeste cuyo contorno representa al Chimborazo, para dar a entender la localización de la institución y al mismo tiempo su compromiso con el medio ambiente, en la parte izquierda del nevado se ha colocado un sol creciente, que representa el amanecer como ícono de un naciente compromiso con la sociedad y el medio ambiente a través del comercio justo, todo el conjunto iconográfico se encierra en una media orbe que representa a Latinoamérica.

El Lado derecho de la marca, contiene la tipografía que hace referencia a la Marca “ESPOCH Politécnica Latinoamericana para el Comercio Justo”, la fuente es plana en color negro de contornos fuertes y todas las palabras en mayúsculas, la letra se presenta en tres tamaños. Con la letra más grande se escribe “ESPOCH” en la parte superior, con el propósito de visibilizar a la institución, en la línea siguiente y con el mismo tipo, pero en 1/4 de la letra más grande se escribe “POLITÉCNICA LATINOAMERICANA POR” dándole la denominación espacial a la marca y finalmente la línea en la que se escribe “EL COMERCIO JUSTO”, con letra de la mitad del tamaño como denominación de la responsabilidad asumida por la institución, dándole un valor vinculante con la espacialidad y la institucionalidad, representadas en los elementos tipográficos anteriores. De forma general se ha procurado un equilibrio de peso que armonice la marca representada en la parte tipográfica y el logotipo representado en la iconografía.

### Resultados

Con respecto a la percepción de iconicidad, se relaciona la pregunta ¿La marca identifica a la ESPOCH como Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo?, con las preguntas 2, 3 y 4 que hacen referencia a los elementos visuales que llaman la atención en la marca, los valores que transmiten y la percepción de la definición que representa la parte gráfica de la marca. Los datos reportados se someten a la prueba de Chi Cuadrado de independencia obteniéndose los siguientes resultados (tabla 1.)

**Tabla 1**
*Correlación de la aceptación de la marca con la iconicidad*

Comparación de Variables		Chi-cuadrado de Pearson		Medidas simétricas	
		Valor	Sig.	Phi	V de Cramer
¿La marca identifica a la ESPOCH como Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo?	¿Qué elementos visuales de la marca llaman su atención?	12,338	,720	,169	,084
	¿Qué valores le transmite la marca?	40,084	,001	,305	,152
	¿Qué definición cree que representa la parte gráfica de la marca?	43,127	,000	,316	,158

**Nota:** Encuestas estudiantes ESPOCH

La tabla 1 indica la correlación existente entre la Aceptación de la marca con la iconicidad, en el primer aspecto en el que se considera los elementos que llaman la atención de la marca con la Aceptación de la marca, el Chi cuadrado tiene un valor de P (0,720) > a 0,05 indicando que estas dos variables son independientes por lo tanto no tienen correlación. Por lo tanto, los elementos visuales no han incidido en la aceptación de la marca.

En el segundo factor se encuentra que el valor P (0,001) < a 0,05 por lo que se determina que los valores que trasmite la marca están correlacionados con la Aceptación de la marca, en este caso el valor de la medida simétrica de Phi 0,305 y la V de Cramer es de 0,152 que indican una correlación positiva baja. Por lo que se establece que los valores que trasmite la marca han sido percibidos por los consumidores influenciando en su elección

El tercer supuesto de correlación reporta un P valor de (0,000) estableciéndose que existe una correlación entre la Aceptación de la marca con la definición gráfica que representa, el valor obtenido en Phi de Pearson es de 0,313 indicando una correlación positiva y el valor de V de Cramer es de 0,158 indicando que la correlación es baja. Este resultado indica que la definición gráfica ha influido en la aceptación de la marca.

**Tabla 2**
*Correlación de la aceptación de la marca con la estructura*

Comparación de Variables		Chi-cuadrado de Pearson		Medidas simétricas	
		Valor	Sig.	Phi	V de Cramer
¿La marca identifica a la ESPOCH como Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo?	¿La tipografía (letras) le permite leer fácilmente el texto?	209,313	,000	,696	,348
	¿Identifica a la ESPOCH en la cromática(colores) utilizada para la marca?	242,274	,000	,749	,374

**Nota:** Encuestas estudiantes ESPOCH

En la tabla 2, se pueden encontrar los valores obtenidos del análisis correlacional entre la Aceptación de la marca con su estructura en la tipografía y la cromática. En el primer caso el análisis de Chi cuadrado reporta un P valor  $(0,000) < 0,05$ , estableciéndose que existe correlación entre las variables, de tipografía con la Aceptación de la marca se reporta en la prueba de Phi de Pearson un valor de 0,696 y en la V de Cramer un valor de 0,348 entendiéndose que la correlación es positiva y con fuerza intermedia baja. Esto indica que la tipografía ha sido un factor importante en la aceptación de la marca.

En el análisis correlacional de la Aceptación de la marca con la percepción cromática se reporta un P valor  $(0,000) < 0,05$  lo que indica que las dos variables tienen dependencia, la prueba de Phi de Pearson reporta un valor de 0,749 y la medida simétrica de V de Cramer indica un valor de 0,374 lo que significa que existe una correlación positiva con fuerza intermedia baja. En este caso la cromática, también ha sido un factor que ha permitido la aceptación de la marca.

**Tabla 3**
*Correlación de la aceptación de la marca con el comportamiento del consumidor*

Comparación de Variables		Chi-cuadrado de Pearson		Medidas simétricas	
		Valor	Sig.	Phi	V de Cramer
¿La marca identifica a la ESPOCH como Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo?	¿Al adquirir un producto usted se fija que la marca represente productos saludables?	35,142	,004	,285	,143

**Tabla 3**

*Correlación de la aceptación de la marca con el comportamiento del consumidor  
(continuación)*

Comparación de Variables	Chi-cuadrado de Pearson		Medidas simétricas		
	Valor	Sig.	Phi	V de Cramer	
¿La marca identifica a la ESPOCH como Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo?	¿Con que frecuencia usted consume en su alimentación productos agroecológicos?	23,670	,097	,234	,117
	¿La capacidad económica de su familia le permite adquirir productos agroecológicos?	28,358	,029	,256	,128

**Nota:** Encuestas estudiantes ESPOCH

La tabla 3 indica el comportamiento de consumir en relación con la aceptación de la marca. En el primer caso se establece la correlación entre la actitud de fijarse si la marca representa productos saludables para adquirirla con la aceptación de la marca, en este caso el análisis de Chi cuadrado reporta un P Valor (0,004) < 0,05 estableciéndose que las variables son dependientes la medida simétrica d Phi de Pearson es de 0,285 y la V de Cramer es de 0,143 estableciéndose que existe una correlación positiva baja. En este caso se establece que de alguna manera la actitud de los consumidores perciba que la marca representa productos saludables se relaciona con la aceptación de la marca.

En el análisis correlacional de la aceptación de la marca con la frecuencia de consumo de productos ecológicos para la alimentación el Chi cuadrado reporta un P valor (0,097) > 0,05, determinándose que las variables son independientes no existiendo correlación entre ellas, por lo tanto, se puede asegurar que la frecuencia con la que se consumen productos alimenticios agroecológicos no se correlaciona con la aceptación de la marca.

En el último caso el análisis de la prueba de Chi cuadrado reporta un P valor (0,029) < 0,05 estableciéndose que existe una relación de dependencia entre la capacidad económica de los consumidores para adquirir productos agroecológicos y la aceptación de la marca, el reporte del valor de Phi de Pearson 0,256 y el valor de V de Cramer de 0,128 indican una correlación positiva de baja fuerza, entendiéndose que, La capacidad económica de los consumidores es un factor que está relacionado a la aceptación de la Marca.

## Discusión

Del análisis correlacional propuesto en este trabajo se determina que responde a las preguntas formuladas para la investigación, identificando que la información contenida en la marca es tomada en cuenta por los consumidores, pero no de forma relevante para que se realice la compra como afirma Tapia et al. (2014).

El lenguaje icónico de la marca resultó ser independiente de la aceptación de la marca, ya que “es necesario comprender el contexto del significado de la marca como objetos dotados de significados simbólicos” (Batey, 2013, p.7).

Si bien el comercio justo es una categoría comercial nueva y las personas no están completamente relacionadas con su importancia, debido a que no se ha generalizado aún la venta de productos y los puntos de venta son escasos (González, 2016), no se define claramente la percepción gráfica, por lo que el cliente sabe que algo está ahí, pero no logra establecerlo con claridad.

Bretón & Roldán (2018), expresan que la adecuada elección de la iconografía y la tipografía en un logotipo eleva el nivel de la marca, esto se refleja en el aumento de las ventas del producto. En este sentido los resultados obtenidos en el análisis correlacional de la aceptación de la marca con respecto a la estructura los puntajes obtenidos en las pruebas indican una dependencia mayor.

La investigación realizada, ha sido propuesta para un entorno focalizado, se ha buscado evaluar cual ha sido la percepción de los consumidores de productos agroecológicos que llevan la Marca de ESPOCH, Politécnica Latinoamericana por el Comercio Justo, que en realidad es una propuesta alternativa desde la academia con el propósito de beneficiar a los sectores agro productivos a los que está vinculada la institución, no se han encontrado elementos de juicio para discutir los resultados alcanzados, pero existe el convencimiento de la información implícita en la Marca, paulatinamente ira integrándose en los ciudadanos de la ciudad de Riobamba, y se fortalecerá en la medida de que se incrementen los productos de comercio justo y los puntos de venta.

La intención de la Escuela Superior Politécnica del Chimborazo, de participar de forma efectiva para construir sinergias productivas, es bien recibida por la ciudadanía, considerando la reputación de la institución y su influencia en la ciudad, sin embargo, se pretende que las acciones realizadas se repliquen sistemáticamente en otras instituciones de educación superior, dando cumplimiento a los preceptos de vinculación con la colectividad orientada al desarrollo sostenible.

Con la futura inserción de campañas de concientización empleando material multimedia en redes sociales, se logrará difundir la marca “ESPOCH, politécnica latinoamericana por

el comercio justo”, y generar una mayor concientización del consumo de productos de comercio justo, pues al conocerlos más de cerca, generará empatía en los consumidores e influirá en su decisión final de compra.

### Conclusiones

Los resultados de la investigación han permitido llegar a las siguientes conclusiones.

- El comercio Justo, es una alternativa de negocio, que debe ser fortalecida, considerando todas las posibilidades de acción, entre ellas es fundamental la promoción a través de una marca que garantice la calidad de los productos y su vinculación con prácticas productivas responsables con el ambiente y con la sociedad.
- La marca, como medio de comunicación gráfico y simbólico, lleva implícito un mensaje determinado, que debe estar conectado con los intereses y necesidades de las personas para que tenga efecto, sin embargo, para que esto suceda, la población debe tener conceptos y conocimiento de lo que se pretende vender, en ese sentido es fundamental que los elementos relacionados al comercio justo sean promocionados y comunicados cada vez con mayor eficiencia, para ello es necesario utilizar elementos novedosos de aprendizaje fundamentados en TICs como multimedia, videos, imágenes, que sean difundidos a través de redes sociales llegando de forma más rápida y efectiva al consumidor final.

### *Referencias Bibliográficas*

- Álvarez, C. (2018). Comercio justo y economía social y solidaria: historia y evolución de sus instituciones de fomento. *Equidad y Desarrollo*, 30, 149-172. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6639702>
- Batey, M. (2013). *Batey, M. (2013). Significado de la marca, El: Como y por qué ponemos sentido a productos y servicios*. Madrid: Ediciones Granica.
- Barba Vera, R. G., Maldonado Núñez, A. I., & Martínez Espinoza, E. F. (2021). Análisis de canales digitales para la distribución de material educativo que promueva el consumo saludable de productos agroecológicos en estudiantes de la ESPOCH. *ConcienciaDigital*, 4(3.1), 273–290. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1.1829>
- Bretón, A., & Roldán, P. (2018). Escaparatismo e imagen en el punto de venta. *Escaparatismo e imagen en el punto de venta*, 1-12. <https://www.torrossa.com/gs/resourceProxy?an=4338734&publisher=FZW909>

- Dewi, N. (2019). Cognition, conscience, and creativity: Multimedia-based literature teaching for pre-service teachers in Indonesia. *3L: Language, Linguistics, Literature*, 25(2), 86–98. <https://doi.org/10.17576/3L-2019-2502-07>
- Friant, M. (2016). Comercio justo, seguridad alimentaria y globalización: construyendo sistemas alimentarios alternativos. *Íconos: Revista de Ciencias Sociales* (55), 215-240. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5457268>
- González, T. (2016). *Comercio justo y percepción del consumidor*. Universidad de Cantabria. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/10191>
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. <https://doi.org/10.1145/1134285.1134500>
- Lee, J., & Jin, C. (2019). The role of ethical marketing issues in consumer-brand relationship. *Sustainability*, 11(23), 2-21. <https://www.mdpi.com/577690>
- Organización Mundial del Comercio [OMC]. (2020). *El crecimiento del comercio mundial pierde impulso en tanto que persisten las tensiones comerciales*. [https://www.wto.org/spanish/news\\_s/pres19\\_s/pr837\\_s.htm](https://www.wto.org/spanish/news_s/pres19_s/pr837_s.htm)
- Organización Mundial de Comercio Justo [WFTO]. (2021). *los 10 Principios del Comercio Justo*. Obtenido de Organización Mundial del Comercio Justo: <https://www.wfto-la.org/comerciojusto/>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. Ney Work: CEPAL. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/S1801141\\_es.pdf?sequence=24&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/S1801141_es.pdf?sequence=24&isAllowed=y)
- Portal de Economía Solidaria. (2021). *Estadísticas. Los suizos prefieren los productos del comercio justo*. <https://www.economiasolidaria.org/noticias/estadisticas-los-suizos-prefieren-los-productos-del-comercio-justo/>
- Saá, J. (2016). Consideraciones sobre el Marketing Ético. *Revista Publicando*, 509-519. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5833528>
- Tapia, P., Viquez, A., & Hernández, P. (2014). Un sistema alternativo de intercambio comercial: El comercio justo. *Revista mexicana de agronegocios*, 35, 1101-1110. <https://www.redalyc.org/pdf/141/14131676019.pdf>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## Modelo matemático para el análisis del comportamiento térmico en el proceso de soldadura de un acero estructural mediante un software con base en el método de elementos finitos

*Mathematical model for the analysis of the thermal behavior in the welding process of a structural steel using software based on the finite element method*

- <sup>1</sup> Mayra Elizabeth Villacís Ramón  <https://orcid.org/0000-0002-4365-9716>  
Magíster en Matemática mención modelación y docencia, ESPOCH, Riobamba, Ecuador,  
[mayra.villacis@epoch.edu.ec](mailto:mayra.villacis@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Jorge Luis Yaulema Castaneda  <https://orcid.org/0000-0002-0646-3984>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Facultad de Ciencias.  
Riobamba, Ecuador  
[jorge.yaulema@epoch.edu.ec](mailto:jorge.yaulema@epoch.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 13/05/2022

Revisado: 22/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 29/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2254>

Cítese:

Villacís Ramón, M. E., & Yaulema Castaneda, J. L. (2022). Modelo matemático para el análisis del comportamiento térmico en el proceso de soldadura de un acero estructural mediante un software con base en el método de elementos finitos. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 289-314. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2254>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras****claves:**

modelo matemático, GMAW, simulación numérica, software CAE, método de elementos finitos, zona afectada térmicamente.

**Keywords:**

mathematical model, GMAW, numerical simulation, CAE software, finite element method, heat affected zone

**Resumen**

**Introducción:** Un proceso de soldadura para unir dos piezas de trabajo con la presencia de un arco eléctrico está ligado a un sistema dinámico representado por la interacción de dos ecuaciones de gobierno. **Objetivos:** el objetivo general de esta investigación fue desarrollar un modelo matemático para el análisis del comportamiento térmico en el proceso de soldadura por arco eléctrico GMAW de un acero estructural. **Metodología:** haciéndose una investigación del tipo propositiva descriptiva, con un alcance descriptivo, un enfoque cuantitativo, Por otro lado, se utilizó la metodología de la simulación numérica con la técnica del Método de los Elementos Finitos (MEF) y el instrumento principal que se manejó para procesar toda la información recopilada fue un software CAE (*Computer Aided Engineering*). **Resultados:** se encontró las soluciones aproximadas de la interacción de la ecuación diferencial parcial (EDP) de conducción de calor y la ecuación de la fuente móvil de Goldak, con el fin que se dio a conocer una propuesta que terminó con la parte analítica, descriptiva de la temperatura máxima del arco eléctrico, las curvas isotérmicas y la Zona Afectada Térmicamente (ZAT) de una probeta virtual para un tiempo determinado. Para la validación teórica del modelo propuesto se utilizó otro software CAE. **Conclusiones:** se concluye que el modelo matemático desarrollado es eficiente y válido ya que para un tiempo específico se obtuvieron los errores relativos de 2,43 % y 1,01 % al comparar las temperaturas máximas del cordón y la longitud útil de la ZAT respectivamente.

**Abstract**

**Introduction:** A welding process to join two pieces of work with the presence of an electric arc is linked to a dynamical system represented by the interaction of two governing equations. **Objectives:** The general objective of this research was to develop a mathematical model for the analysis of thermal behavior in the GMAW electric arc welding process of a structural steel. **Methodology:** making an investigation of the descriptive propositional type, with a descriptive scope, a quantitative approach, On the other hand, the methodology of numerical simulation was used with the technique of the Finite Element Method (MEF) and the main instrument that was handled to process

---

all the information collected was a CAE software (*Computer Aided Engineering*).” **Results:** the approximate solutions of the interaction of the partial differential equation (EDP) of heat conduction and the Goldak mobile source equation were found, to present a proposal that ended with the analytical, descriptive part of the maximum temperature of the electric arc, the isothermal curves, and the Thermally Affected Zone (ZAT) of a virtual specimen for a given time. For the theoretical validation of the proposed model, another CAE software was used. **Conclusions:** it is concluded that the mathematical model developed is efficient and valid since for a specific time the relative errors of 2.43% and 1.01% were obtained when comparing the maximum temperatures of the cord and the useful length of the ZAT, respectively.

---

## Introducción

En el Ecuador existen varios problemas en diferentes áreas de la construcción relacionados con el comportamiento térmico representados por ecuaciones de gobierno, estas ecuaciones mandatorias pueden ser desde unidimensionales hasta tridimensionales ligadas a sistemas dinámicos donde sus soluciones y descripciones cuantitativa, cualitativa permiten analizar, medir, estimar y predecir el comportamiento del evento en cuestión. Es entonces en este tipo de procesos donde hace aparición la modelización numérica y su respectiva simulación con el método de elementos finitos, que permite definir una de las mejores aproximaciones de soluciones matemáticas que surgen en la industria metalmeccánica, por tal motivo varios países extranjeros utilizan diversas herramientas informáticas que incluyen este método para obtener una herramienta eficiente a la hora de brindar soluciones para los diferentes problemas con condiciones iniciales y de frontera. El presente estudio considera los parámetros del proceso de soldadura GMAW, las dimensiones de una probeta virtual, así como el tipo de junta a tope, las propiedades físicas, térmicas del material base (acero estructural ASTM A36) dependientes de la temperatura, las condiciones iniciales y de contorno para resolver las ecuaciones de gobierno que representan el fenómeno.

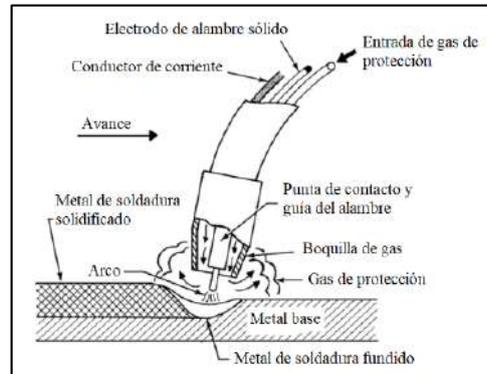
### *Proceso de soldadura por arco eléctrico GMAW*

Este proceso de soldadura emplea un arco eléctrico entre un alambre que es alimentado de manera continua y la pieza a soldar, este alambre es un electrodo continuo de metal de aporte. La Sociedad Americana de Soldadura de sus siglas en inglés AWS (*American*

*Welding Society*)” identifica a este proceso como GMAW que proviene del inglés “*Gas Metal Arc Welding*”.

**Figura 1**

*Descripción del proceso de soldadura GMAW*

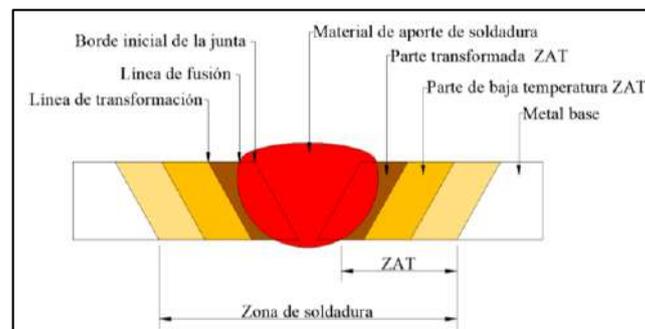


**Fuente:** Dávalos (2017)

*Zona afectada térmicamente ZAT:* “Es aquella parte de metal en la fusión, que fue modificada por el calor entre la zona fundida y el límite del metal de base” (BFMéxico, 2017), ver figura 2. En la figura 3 se presenta la investigación realizada por V. Tsegelsky en su manual titulado “*The Electric Welder*”, esta obra está registrada en el libro de Horwitz (1997), donde se presenta un diagrama que indica la temperatura donde empieza la ZAT (200°C aproximadamente) hasta llegar al punto de fusión o temperaturas mayores que se presentan en un proceso de soldadura para un acero estructural ASTM A36.

**Figura 2**

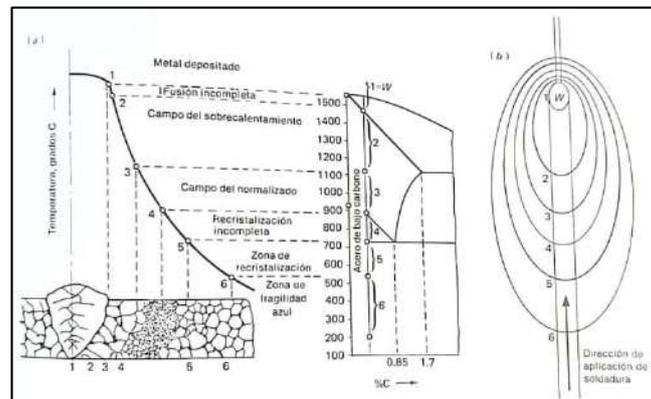
*Elementos de una unión soldada*



**Fuente:** Pintado (2018, p.18)

Figura 3

Diagrama de la ZAT de un acero con bajo contenido de carbono



Fuente: Horwitz (1997, p.515)

Material base: acero de bajo carbono ASTM A36.- Los aceros ASTM A36 son aceros estructurales de bajo contenido de carbono que cumplen los requisitos de las normas ASTM A36/ A36M. Según Stamenkovic & Vasovic (2009), “las propiedades térmicas del material ASTM A36 dependen de la temperatura en la zona afectada por el calor (ZAT)” (p.2). A continuación, en la tabla 1 se presentan las propiedades del material en función de la temperatura.

Tabla 1

Variación de las propiedades térmicas del material ASTM A36

Temperatura (°C)	Calor específico (J/Kg °C)	Conductividad (W/m°C)	Densidad (Kg/m³)	Coefficiente de expansión térmica (10 <sup>-5</sup> /°C)
0	480	60	7850	1,15
100	500	50	7850	1,20
200	520	45	7800	1,30
400	650	38	7760	1,42
600	750	30	7600	1,45
800	1000	25	7500	1,45
1000	1200	26	7390	1,45
1200	1400	28	7300	1,45
1400	1600	37	7250	1,45
1550	1700	37	7180	1,45

Fuente: Stamenkovic & Vasovic (2009)

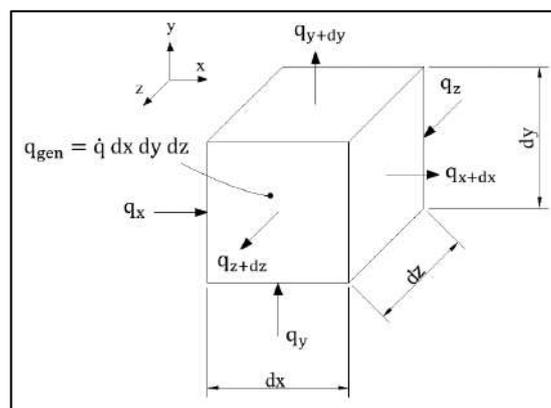
Ecuación diferencial parcial de conducción de calor

En un proceso de soldeo es necesario conocer el historial de la temperatura de una placa tridimensional, haciéndolo un problema transitorio debido al ciclo de enfriamiento-

calentamiento. En el proceso de soldadura se genera transferencia de calor por conducción en el momento que se crea el arco eléctrico, entre el punto de contacto del electrodo con el material base, hasta los puntos adyacentes de la zona de soldadura (Pintado, 2018). En la figura 4 se presenta el volumen diferencial para el análisis tridimensional de calor.

**Figura 4**

*Volumen diferencial para el análisis tridimensional de calor*



Fuente: Holman (1999)

Elaborado por: Villacís (2022)

Realizando el balance de energía se tiene:

$$q_x + q_y + q_z + q_{gen} = q_{x+dx} + q_{y+dy} + q_{z+dz} + \frac{dE}{dt} \quad (1)$$

Donde  $q_x, q_y, q_z$  son las energías que ingresan por conducción,  $q_{gen}$  es el calor generado en el interior del elemento,  $q_{x+dx} + q_{y+dy} + q_{z+dz}$  son las energías que salen por conducción y  $\frac{dE}{dt}$  es la variación de la energía interna. Empleando la expansión de la serie de Taylor y deducciones matemáticas la Ecuación 1 se transforma en la siguiente ecuación:

$$\left[ \frac{\partial}{\partial x} \left( k_x \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( k_y \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( k_z \frac{\partial T}{\partial z} \right) \right] + Q(x, y, z, t) = \rho(T) c(T) \frac{\partial T}{\partial t} \quad (2)$$

Donde la expresión 2 es una ecuación diferencial parcial no-lineal si las propiedades del material  $k_x, k_y, k_z, \rho$  y  $c$  están en función de la temperatura. En la Ecuación 2 el primer término representa la conducción de calor, el segundo término  $Q(x, y, z, t)$ , es la fuente de generación de calor y el último término representa la razón de cambio de energía interna (Hernández et al., 2013). Si se considera que el material base es un material isotrópico, se puede concluir que las conductividades térmicas son las mismas:  $k_x =$

$k_y = k_z = k$ . Adicionalmente se utiliza el operador diferencial  $\nabla$  (Ecuación 3) y la Ley de Transferencia de Fourier con el gradiente de temperatura  $\nabla T$  (Ecuación 4):

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \quad (3)$$

$$q = -k \nabla T \quad (4)$$

Al reemplazar estas expresiones en la Ecuación 2 se tiene:

$$\rho(T) c(T) \frac{\partial T(x, y, z, t)}{\partial t} + \nabla(x, y, z, t) q = Q(x, y, z, t) \quad (5)$$

Donde:

$$\rho(T) c(T) \frac{\partial T(x, y, z, t)}{\partial t} = \text{Cambio de energía interna} \quad \left[ \frac{W}{m^3} \right]$$

$$\nabla(x, y, z, t) q = \text{Conducción de calor} \quad \left[ \frac{W}{m^3} \right]$$

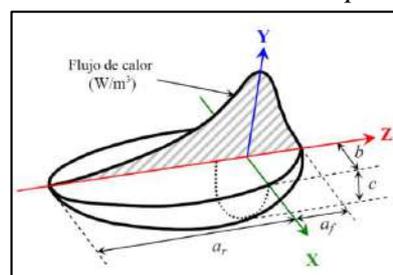
$$Q(x, y, z, t) = \text{Fuente de generación de calor} \quad \left[ \frac{W}{m^3} \right]$$

*Ecuación de la fuente móvil de Goldak*

En el proceso de soldadura por arco eléctrico GMAW se tiene una fuente de calor en movimiento, muy concentrada, que incide sobre la junta, el calor en las placas se transfiere rápidamente por el mecanismo de conducción y existe pérdidas de calor por convección, el cual además es favorecido por la alta conductividad térmica que presenta el metal base al llegar a la temperatura de fusión (Berrío et al., 2010). El modelo propuesto por Goldak consiste en una fuente volumétrica conocida como doble elipsoide, en donde la distribución de flujo térmico es de tipo gaussiana a lo largo del eje longitudinal (García, 2019, p.257).

**Figura 5**

*Fuente de calor de doble elipsoide*



**Fuente:** Osmar (2016)

Es así como la expresión matemática de la distribución de la densidad de energía en el interior del cuadrante frontal es la siguiente:

$$Q(x, y, z, t) = \frac{6\sqrt{3} n q_{ef} f_f}{a_f b c \pi\sqrt{\pi}} e^{-3\left(\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{c^2} + \frac{(z-V_m t_{pr})^2}{a_f^2}\right)} \quad (6)$$

Para los puntos que se encuentran en el cuadrante posterior viene dado por:

$$Q(x, y, z, t) = \frac{6\sqrt{3} n q_{ef} f_r}{a_r b c \pi\sqrt{\pi}} e^{-3\left(\frac{x^2}{b^2} + \frac{y^2}{c^2} + \frac{(z-V_m t_{pr})^2}{a_r^2}\right)} \quad (7)$$

Donde:

$$Q(x, y, z, t) = \text{Fuente movil de calor de Goldak} \left[ \frac{W}{m^3} \right]$$

$a_f, a_r, b, c$  = Parámetros dimensionales [m]

$q_{ef}$  = Calor de entrada o aporte (energía neta efectiva) [W]

$f_f$  = Coeficiente adimensional de proporción de aporte del calor en la parte delantera de la fuente

$f_r$  = Coeficiente adimensional de proporción de aporte del calor en la parte trasera de la fuente

$x, y, z$  = Coordenadas sobre cada eje del punto de interés dentro del elipsoide respecto a su centro [m]

$n$  = Parámetro adimensional

$V_m$  = Velocidad de soldadura  $\left[ \frac{m}{seg} \right]$

$t_{pr}$  = Tiempo de soldadura promedio [seg]

A los coeficientes  $f_f$  y  $f_r$  también se los denomina fracciones de entrada de calor.

*Ecuación del flujo de calor o densidad media de potencia.*

La distribución de energía que se produce en la fusión de los materiales presenta una ecuación que se deriva de la distribución Gaussiana. Es así como Hitesh et al. (2013),

relaciona la energía producida por el arco eléctrico y el diámetro del electrodo como se observa en la Ecuación 8.

$$D_p = B \left[ \frac{E_p}{P_w \left( \frac{\pi}{4} D^2 \right)} \right] \exp \left[ - \left( \frac{(w - w_r)^2}{2 \phi^2} \right) \right] \quad (8)$$

Desglosando cada término se tiene:

$$D_p = \text{Densidad media de potencia} \left[ \frac{W}{m^2} \right]$$

B = Parámetro adimensional que representa la absorptividad

$E_p$  = Energía producida por el arco eléctrico [K]

$P_w$  = Ancho del pulso del arco eléctrico [s]

D = Diámetro del electrodo [m]

$w_r$  = Punto de referencia del arco de soldadura en un eje determinado [m]

$\phi$  = Desviación estándar del arco eléctrico gaussiano [m]

#### *Flujo de calor en la superficie*

La probeta tiene fronteras superficiales expuestas a una fuente de calor, esta condición de borde menciona que el flujo de calor es constante en la superficie del cuerpo y se relaciona con el gradiente de temperatura; adicionalmente con esta situación, se puede colocar pérdidas constantes en la superficie (López & Montenegro, 2008, p.35):

$$k \frac{\partial T}{\partial n}(x, y, z, t) = q_s \quad (9)$$

$$\forall x, y, z \in \Omega_6 \quad \forall t > 0$$

Donde:

$$\frac{\partial T}{\partial n}(x, y, z, t)$$

= Distribución de temperatura en n (normal) en el punto (x, y, z, t)  $\left[ \frac{^\circ C}{m} \right]$

$k$  = Conductividad térmica del material base isotrópico  $\left[ \frac{W}{m \text{ } ^\circ\text{C}} \right]$

$q_s$  = Flujo de calor constante en la superficie  $\left[ \frac{W}{m^2} \right]$

*Flujo de calor mediante la Ley de Newton*

Esta ley asume que la pérdida de calor en las superficies de la probeta virtual es proporcional a la diferencia entre las temperaturas superficial  $T_s$  y ambiental  $T_\infty$  o la temperatura del alrededor, a través del coeficiente de transferencia de calor de convección  $h_{conv}$  (Hernández et al., 2013, p.1025). Por lo tanto:

$$q_{conv} = h_c(T_\infty - T_s) \quad (10)$$

La ecuación anterior también se puede formular de la siguiente manera:

$$k \frac{\partial T}{\partial n}(x, y, z, t) = h_c(T_\infty - T_s) \quad (11)$$

$$\forall x, y, z \in \Omega_3 \cup \Omega_8 \quad \forall t > 0$$

Donde:

$q_{conv}$  = Calor transferido por convección  $\left[ \frac{W}{m^2} \right]$

$h_c$  = Coeficiente de transferencia de calor por convección  $\left[ \frac{W}{m^2 \text{ } ^\circ\text{C}} \right]$

$T_\infty$  = Temperatura del ambiente o del entorno [ $^\circ\text{C}$ ]

$T_s$  = Temperatura superficial de la junta soldada [ $^\circ\text{C}$ ]

### Metodología

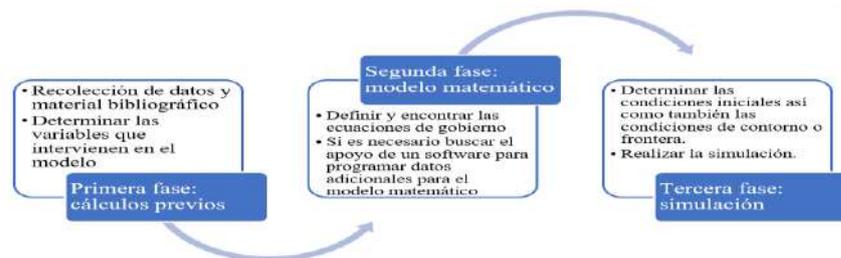
Esta investigación es del tipo propositiva-descriptiva; descriptiva porque se busca la caracterización de un fenómeno y propositiva ya que este nivel de estudio permite tomar la mezcla de las teorías existentes de las ecuaciones de gobierno que están relacionadas directamente al hecho particular o fáctico siendo este el comportamiento térmico del proceso de soldadura GMAW de un acero estructural; este estudio no se concluye solamente relacionando la teoría con el fenómeno sino se pretende dar una solución de manera integral, consistente, profunda a modo de iniciativa a la cual se le denomina propuesta (modelo matemático). Adicionalmente se tiene el apoyo de una variable temática que es realizar una simulación con un software CAE con base en el MEF. La investigación propositiva no tiene como requisito la implementación de la solución, esta termina con la parte analítica y descriptiva, cuya propuesta encontrada ya corre por cuenta

de las empresas, instituciones, fábricas, talleres, etc. evaluarla y en el mejor de los casos implementarla. Adicionalmente se utilizó la metodología de la simulación numérica con el Método de los Elementos Finitos.

*Plan de simulación.* – La figura 6 presenta el plan de simulación numérica.

**Figura 6**

*Esquema del proceso de la metodología para obtener una solución*



**Fuente:** Goldak & Akhlaghi (2005)

**Elaborado por:** Villacís (2022)

*Primera fase.* - Existen algunos estudios que han desarrollado diversos modelos desde estadísticos, analíticos, numéricos etc. para conocer el comportamiento térmico de procesos de soldadura, los cuales sirvieron de base para presentar los parámetros para la simulación de este estudio (ver tabla 2):

**Tabla 2**

*Parámetros necesarios para la simulación del proceso GMAW*

Parámetros	Nomenclatura	Valor (unidades)
Tensión de soldadura	V	19 V
Corriente de soldadura	I	180A
Eficiencia de soldadura	$\eta$	0,8
Tiempo de soldadura promedio	tpr	65 seg
Velocidad de soldadura constante	Vm	$2,307 \times 10^{-3}$ m/seg
Temperatura ambiente	Ta	20 °C
Posición de soldadura	-	Plana
Diámetro del electrodo	D	$1,2 \times 10^{-3}$ m
Tipo de junta	-	A tope
Ancho probeta virtual (simetría)	A	0,05 m
Longitud de la probeta virtual	L	0,15 m
Espesor de la probeta virtual	E	0,006 m
Ancho del cordón de soldadura	E	0,006 m
Longitud del cordón de soldadura	L2	0,15 m
Espesor del cordón de soldadura	e	0,006 m

**Fuente:** Fosca (2007) y Pintado (2018)

**Elaborado por:** Villacís (2022)

*Segunda Fase.* - Las dos ecuaciones de gobierno son la (Ecuación 5) y la segunda (ecuaciones 6 y 7) es la expresión que define la fuente móvil de calor de Goldak. En la tabla 3 se presentan los valores necesarios calculados que se reemplazan en las ecuaciones 6 y 7, el conjunto ecuación-datos se ingresan al software CAE con las dimensiones, coordenadas y posiciones adecuadas de la probeta virtual.

**Tabla 3**

*Parámetros del Modelo de Goldak*

Parámetros	Nomenclatura	Valor (unidades)
Parámetro adimensional	n	1,189
Longitud de la elipse frontal	$a_f$	$1,482 \times 10^{-3}$ m
Longitud de la elipse posterior	$a_r$	$3,518 \times 10^{-3}$ m
Ancho de la fuente de calor	b	$1,2 \times 10^{-3}$ m
Profundidad de la fuente de calor	$c_c$	$4,802 \times 10^{-3}$ m
Fracción de entrada de calor frontal	$f_f$	0,593
Fracción de entrada de calor trasera	$f_r$	1,407

Fuente Villacís (2022)

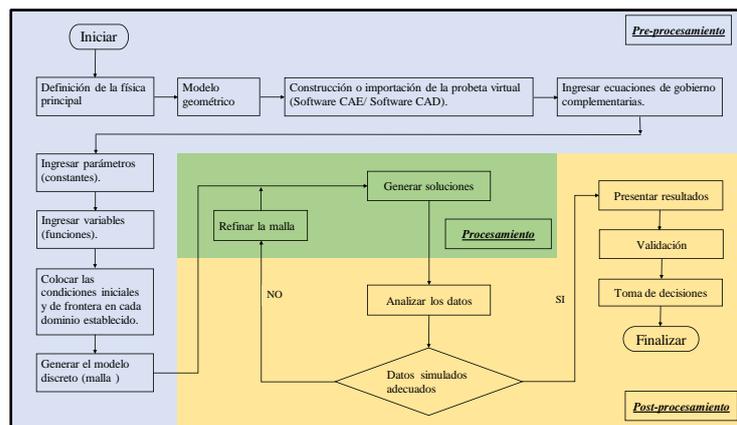
*Tercera fase.* - Dentro de esta fase se realiza lo que básicamente es la metodología de la simulación numérica con el Método de los Elementos Finitos MEF, con la aplicación y utilización de un software de ingeniería asistida por computadora (Software CAE).

*Metodología de la simulación con un software CAE con base en el MEF*

En la figura 7 se presenta el diagrama de proceso de la aplicación al MEF.

**Figura 7**

*Diagrama del proceso de aplicación al MEF*



Fuente: Pérez & Romero (2017)

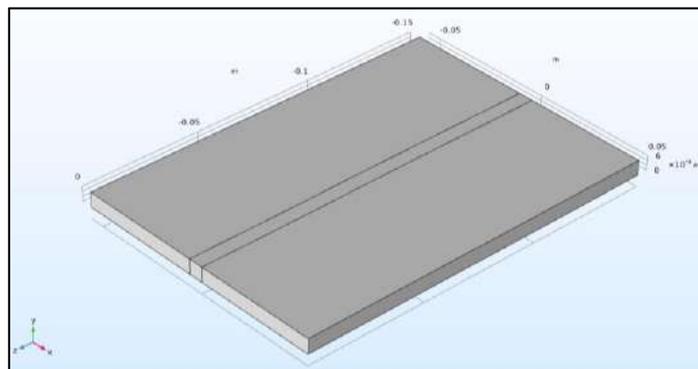
Elaborado por: Villacís (2022)

*Etapa de pre-procesamiento*

*Modelo geométrico de la probeta virtual.* - La pieza de trabajo se dibujó en el contorno gráfico del mismo software CAE siendo éste el programa COMSOL como se aprecia en la figura 8. La unión es una junta a tope.

**Figura 8**

*Representación en 3D del conjunto junta a tope*

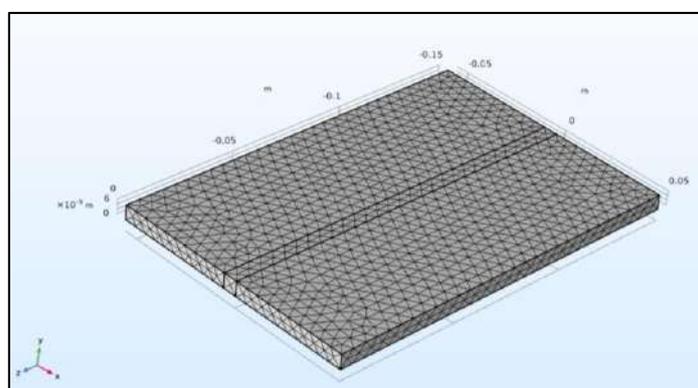


**Elaborado por:** Villacís (2022)

*Modelo discreto: forma y tipo de la malla.* - Se logro la convergencia de la solución en la malla fina.

**Figura 9**

*Refinamiento y selección del modelo discreto*



**Elaborado por:** Villacís (2022)

*Propiedades del material base.* - Con la ayuda de los valores de la tabla 1 y su respectiva conversión a grados Kelvin se presentan las siguientes funciones:

**Tabla 4**
*Propiedades del material en función de la temperatura*

Propiedad	Nomenclatura	Función
Conductividad térmica	k	$k = -1 \times 10^{-13} T^5 + 4 \times 10^{-10} T^4 - 5 \times 10^{-7} T^3 + 0,0003 T^2 - 0,114 T + 59,718$
Calor específico	c	$c = -4 \times 10^{-7} T^3 + 0,0012 T^2 - 0,052 T + 487,47$
Densidad	$\rho$	$\rho = -3 \times 10^{-10} T^4 + 1 \times 10^{-6} T^3 - 0,0015 T^2 - 0,1343 T + 7846,1$

**Fuente:** Villacís (2022)

*Condiciones iniciales.* - Las condiciones iniciales se establecen en un tiempo  $t = 0$  segundos.

**Tabla 5**
*Condiciones iniciales para la simulación*

Condición inicial	Ecuación
Temperatura inicial	$T(x, y, z, t) = T_0(x, y, z, 0) = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ $\forall x, y, z \in \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_3 \cup \Omega_4 \cup \Omega_5 \cup \Omega_7 \cup \Omega_8 \cup \Omega_9 \cup \Omega_{10} \cup \Omega_{11}$
Punto inicial de desplazamiento del electrodo en el eje z	$z_0 = 0 \text{ m}$
Velocidad constante de desplazamiento	$V_m = 2,307 \times 10^{-3} \frac{\text{m}}{\text{seg}}$

**Fuente:** Villacís (2022)

*Condiciones de contorno.* - En la tabla 6 se presentan las condiciones de contorno o frontera.

**Tabla 6**

*Condiciones de contorno para la simulación*

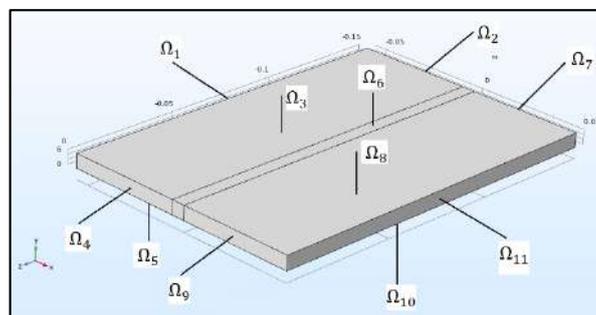
Condición de contorno	Ecuación
Temperatura superficial constante de la probeta	$T(x, y, z, t) = T_s(x, y, z, t) \quad \forall x, y, z \in \Omega_1 \cup \Omega_2 \cup \Omega_4 \cup \Omega_7 \cup \Omega_9 \cup \Omega_{11} \quad \forall t > 0$
Densidad media de potencia o flujo de calor a lo largo del eje z	$D_p = B \left[ \frac{E_p}{P_w \left( \frac{\pi}{4} D^2 \right)} \right] \exp \left[ - \left( \frac{(z - z_r)^2}{2 \phi^2} \right) \right] \quad \forall z \in \Omega_6 \quad \forall t > 0$
Punto de desplazamiento del electrodo en el eje z	$z_r = z_0 + V_m t \quad \forall z \in 0 < z < L \in \Omega_6 \quad \forall t > 0$
Pérdida de calor por convección natural	$k \frac{\partial T}{\partial n}(x, y, z, t) = h_c(T_\infty - T_s) \quad \forall x, y, z \in \Omega_3 \cup \Omega_5 \cup \Omega_8 \cup \Omega_{10} \quad \forall t > 0$

**Fuente:** Villacís (2022)

En la figura 10 se muestran los respectivos dominios.

**Figura 10**

*Probeta virtual con sus dominios  $\Omega_n$ , en la herramienta computacional*



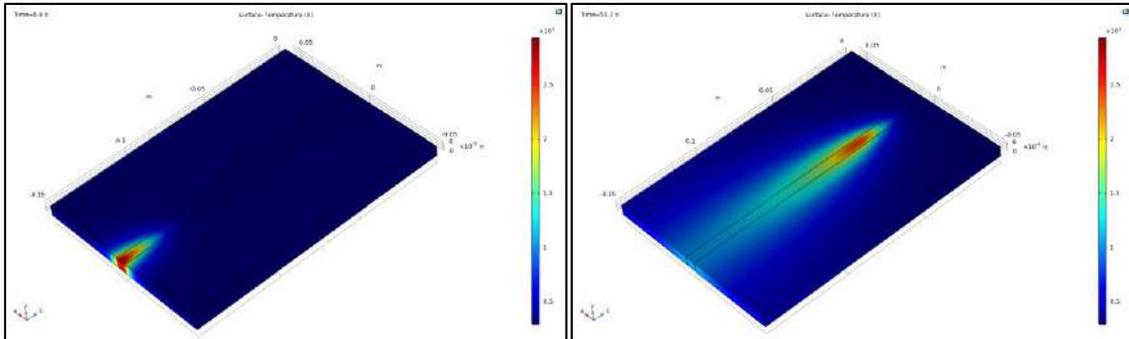
**Fuente:** Villacís (2022)

*Etapa de procesamiento*

Una vez que el programa con el método MEF se ha ejecutado, es decir el “solver” (solucionador del software CAE) ha generado la información necesaria, en un archivo se muestra la solución de manera gráfica en diferentes tiempos (Ver figura 11).

**Figura 11**

*Simulación computacional en un software CAE del proceso GMAW*



Fuente: Villacís (2022)

*Etapa de Post-procesamiento*

La información que presenta el “Results” (Interfaz de resultados del software CAE) se realiza la generación de reportes, tablas, figuras, etc. En la figura 11 se observa la “Probe Table 1” (Tabla minuciosa de datos de salida de la simulación en la herramienta CAE ), donde se puede ver a detalle la variación de la temperatura con el tiempo, en este caso la temperatura máxima es de 3012,6 °K (2739,45 °C) a la que llega el arco de soldadura en las primeras chispas eléctricas en el tiempo  $t = 6,1$  s, este fenómeno presentan todas las máquinas de soldadura, para luego descender a una temperatura adecuada de soldeo con una oscilación insignificante de valores, hasta culminar el proceso de fusión.

**Figura 12**

*Variación de la temperatura vs el tiempo*

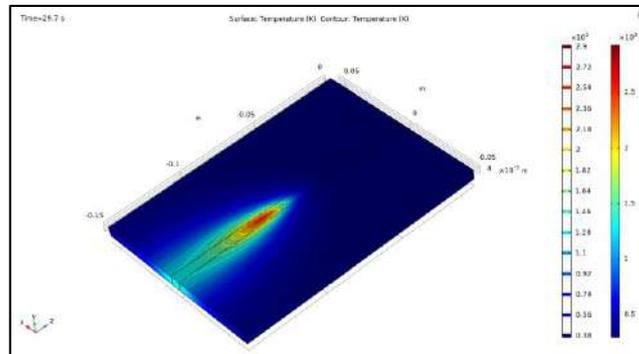
Time (s)	Temperature (K), Domain Probe 1
5.8000	3008.2
5.9000	3010.6
6.0000	3012.1
6.1000	3012.6
6.2000	3012.2
6.3000	3011.0

Fuente: Villacís (2022)

En la figura 12 se aprecian las curvas isotérmicas que representan el comportamiento térmico del fenómeno real, si se pone atención en particular a la curva más caliente en forma de una elipse en el plano xz, se dice que esta isoterma representa la proyección de la fuente de calor de Goldak y con la ayuda de la opción “Probe Table 1” de la herramienta CAE y para un tiempo  $t = 29,7$  s se tiene una temperatura máxima de 2545,2 °K (2272,05 °C).

**Figura 13**

*Curvas isotérmicas del proceso GMAW*

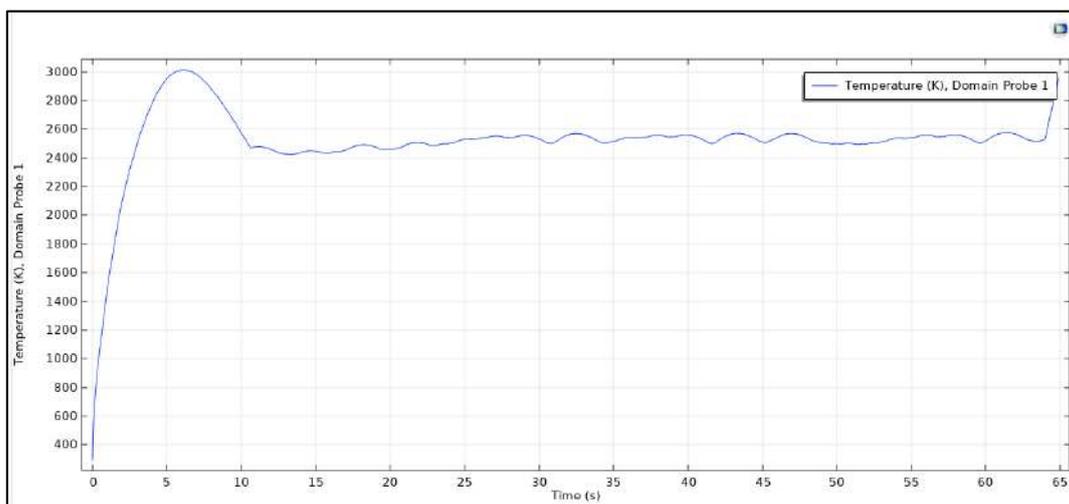


**Fuente:** Villacís (2022)

De la misma manera si se desea obtener otros valores de temperatura que no sea la máxima en el cordón de soldadura sino en la afectación térmica en las proximidades de este se tiene las curvas isotérmicas que están representadas por la cantidad que el usuario programe en el software CAE, los valores se obtienen de acuerdo con el color en la barra vertical al lado derecho del panel de visualización, es así como en la figura 13 se puede contar 15 isotermas. Por otro lado, en la figura 14 se muestra la evolución de la temperatura versus el tiempo. A partir de los 10 segundos la temperatura presenta una oscilación con máximos y mínimos no muy alejados. Calculando la temperatura promedio a partir de este tiempo hasta culminar el proceso se tiene un valor máximo promedio de 2523,05 °K (2249.90 °C).

**Figura 14**

*Evolución de la temperatura en el proceso de soldadura GMAW*



**Elaborado por:** Villacís (2022)

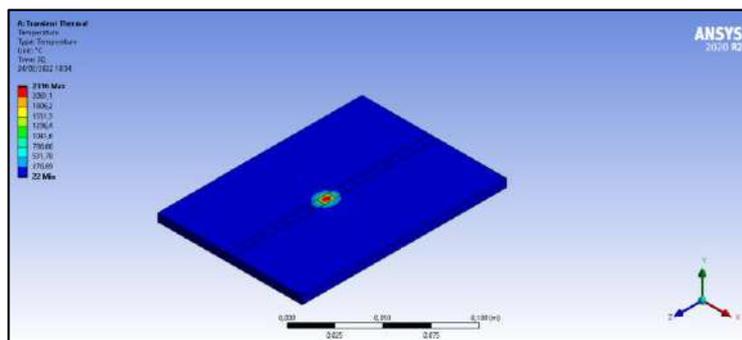
**Resultados**

*Análisis y validación del modelo matemático*

La validación del modelo matemático se realizó con un segundo software CAE. Uno de los puntos más relevantes es enfatizar que los valores obtenidos en las simulaciones numéricas tengan un error relativo mínimo.

**Figura 15**

*Simulación computacional en un software de validación*



**Elaborado por:** Villacís (2022)

En la anterior figura se verifica que la temperatura máxima de fusión para un tiempo  $t=30s$  es de  $2316,00\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

*Cálculo del error entre resultados simulados*

Se hace un análisis del error absoluto y error relativo comparando los resultados de las temperaturas máximas en las dos simulaciones numéricas, en un tiempo  $t = 30\text{ s}$ .

**Tabla 7**

*Valores de temperatura máxima para un tiempo  $t = 30\text{ s}$*

Software CAE	Temperatura Máxima
Software principal	2259,75 ° C
Software de validación	2316,00 ° C

**Fuente:** Villacís (2022)

Cabe mencionar que el valor de  $2259,75\text{ }^{\circ}\text{C}$  se tomó de la “*Probe Table 1*”. En la Ecuación 12 se define el error absoluto (e) como el valor de la diferencia entre la temperatura de las simulaciones en COMSOL y Ansys. En la ecuación 13 se define el error relativo ( $e_r$ ) como la relación entre el error absoluto y el valor de la temperatura máxima del software de validación, ya que este programa es muy utilizado en el Ecuador por su versatilidad, eficiencia (Pozo et al., 2011; Pintado, 2018; Hernández et al., 2013).

$$e = |T_{sp} - T_{sv}| \quad (12)$$

$$e_r = \frac{e}{T_{sv}} * 100\% \quad (13)$$

Donde:

e = error absoluto

T<sub>sp</sub> = Temperatura máxima (software principal)

T<sub>sv</sub> = Temperatura máxima (software de validación)

e<sub>r</sub> = error relativo

Entonces los errores calculados son los siguientes:

$$e = |2259,75 - 2316,00|$$
$$e = 56,25 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$e_r = \frac{56,25}{2316,00} * 100\%$$

$$e_r = 2,43 \%$$

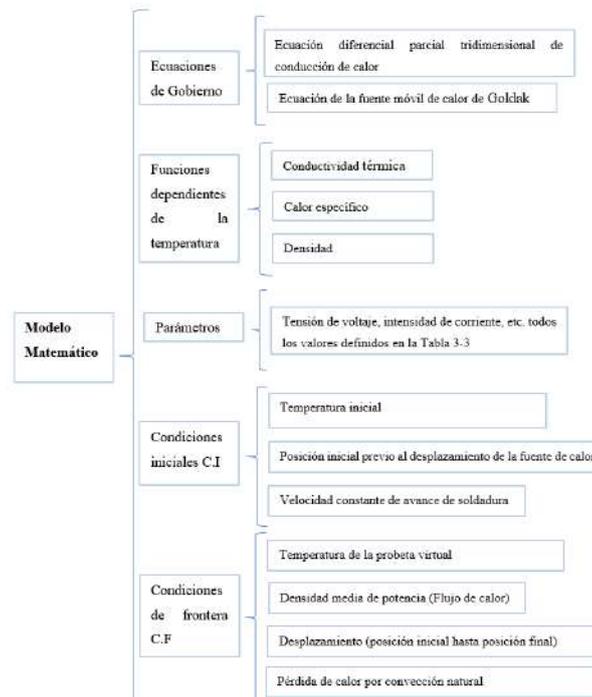
Se observa que el error relativo es tan solo un valor de 2,43 % y es razonable pensar que un error absoluto de 56,25 °C es admisible en paridad con las elevadas temperaturas simuladas, es decir, esta estimación se la considera intrascendente en comparación con las temperaturas extremas de fusión en los aceros, en otras palabras, los 56,25 °C apenas es el 2,43 % de 2316 °C, por lo tanto, éste e<sub>r</sub> muestra la precisión de medición y se la puede considerar como aceptable.

### *Propuesta*

*Modelo matemático propuesto.* - Los recursos matemáticos utilizados en este modelo se presentan en la figura 16. La variable dependiente es la temperatura que está en función de las posiciones x, y, z y el tiempo, siendo un problema en estado transitorio.

**Figura 16**

*Esquema del modelo matemático propuesto*

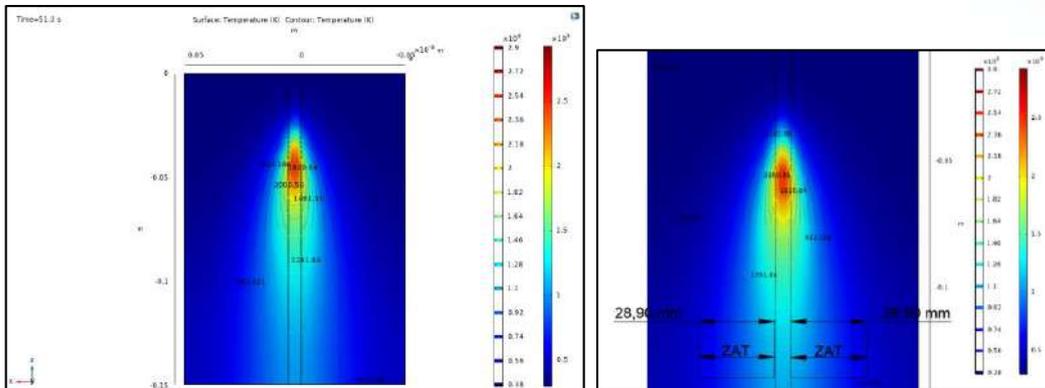


**Fuente:** Villacís (2022)

*Interpretación de la simulación del modelo matemático.* - El MEF permite obtener las soluciones aproximada sobre el dominio en el que gobierna el modelo matemático, en este caso, el modelo que describe el comportamiento térmico del proceso GMAW. Estas soluciones aproximadas ayudan a reproducir virtualmente el fenómeno de estudio a través de los contornos de las curvas isotérmicas que afectan el material base en la ZAT (Zona Afectada Térmicamente). En una forma más sencilla el MEF consiste en convertir la probeta virtual en un número finito de partes llamados elementos, estos elementos contienen una serie de puntos interconectados entre si llamados nodos y todo este conjunto es lo que llamamos malla y por medio del algoritmo de la herramienta CAE se construye un espacio vectorial de dimensión finita asociado al espacio de los elementos finitos, haciendo una combinación lineal en un espacio vectorial denominada solución numérica. En la figura 17 se presenta las soluciones aproximadas del modelo matemático identificadas como curvas isotérmicas para una sola pasada de la fuente de calor. En este caso el número de niveles es 15, siendo el más caliente 2900 °K (2626,85 °C) y el punto más frío 380,4 °K (107.25 °C).

**Figura 17**

*Soluciones aproximadas y dimensión de la ZAT del modelo matemático*



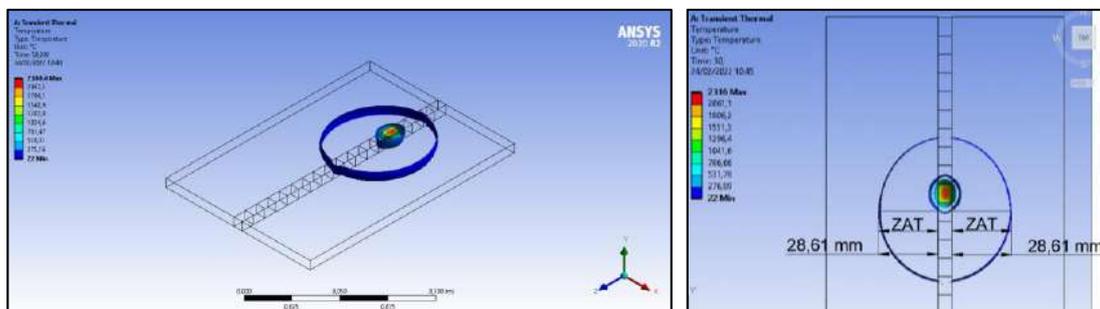
**Fuente:** Villacís (2022)

Con la ayuda de un software CAD (Diseño Asistido por Computadora) se mide de forma aproximada a escala la longitud más útil de la ZAT, tomando como base para el análisis la figura 17; entonces la ZAT empieza aproximadamente en la segunda curva isotérmica en forma ascendente que corresponde a la solución aproximada de  $560^{\circ}K$  ( $286.85^{\circ}C$ ).

*Validación del modelo matemático.* - La validación teórica cuantifica la incertidumbre de un modelo mediante la comparación de sus predicciones con otra simulación numérica. En la figura 18 se observa el comportamiento térmico del proceso GMAW en el software de validación.

**Figura 18**

*Curvas isotérmicas y dimensión de la ZAT en el software de validación*



**Fuente:** Villacís (2022)

Se utiliza dos isotermas lo más cercanas en valor numérico para el cálculo de errores.

**Tabla 8**
*Valores de la ZAT para el tiempo  $t = 30 s$* 

Software CAE	Curva Isotérmica	ZAT
COMSOL	286,85 °C (560,00 °K)	28,90 mm
Ansys	228,33 °C (501.48 °K)	28,61 mm

**Fuente:** Villacís (2022)

$$e = |ZAT_{sp} - ZAT_{sv}| \quad (14)$$

$$e_r = \frac{e}{ZAT_{sv}} * 100\% \quad (15)$$

Donde:

$e$  = error absoluto

$ZAT_{sp}$  = Zona Afectada Térmicamente (software principal)

$ZAT_{sv}$  = Zona Afectada Térmicamente (software de validación)

$e_r$  = error relativo

Entonces los errores calculados son los siguientes:

$$e = |28,90 - 28,61|$$

$$e = |0,29|$$

$$e = 0,29 \text{ mm}$$

$$e_r = \frac{0,29}{28,61} * 100\%$$

$$e_r = 1,01 \%$$

El error relativo de 1,01 % es admisible, al menos si lo comparamos con la investigación realizada por Pozo et al. (2011), donde nos dice que si la longitud de la ZAT es  $< 50\text{mm}$  y con un error relativo  $< 10\%$  se consideran las simulaciones aceptables, por lo tanto, el modelo matemático propuesto muestra la confiabilidad de predecir los valores necesarios para entender el comportamiento térmico en un proceso de soldadura por arco eléctrico GMAW.

## Conclusiones

- Se desarrolló un modelo matemático que permitió analizar el comportamiento térmico en el proceso de soldadura del acero ASTM A36 mediante un software CAE con base en el Método de los Elementos Finitos. Lo más importante de este desarrollo fue que se diagnosticó y se planteó solo las variables, parámetros, condiciones iniciales y de frontera más relevantes para hacer un modelo eficiente y lo más próximo a la realidad, por lo tanto, lo que más ayudó para generar este estudio fue una recolección exhaustiva de varios trabajos similares en otros países que se apoyaron en la metodología de la simulación numérica con el MEF para abaratar costos de producción y errores de construcción.
- Se diseñó y se propuso un modelo matemático con la característica que se relacionaron dos ecuaciones de gobierno, la primera siendo la ecuación diferencial parcial tridimensional no lineal de conducción de calor y la segunda ecuación de la fuente móvil de Goldak.
- Con la simulación numérica, en el panel de visualización del “*Results*” de la herramienta asistida por computadora, se predijo un conjunto de curvas isotérmicas pertenecientes a la Zona Afectada Térmicamente (ZAT); estas curvas muestran el historial de temperaturas, es decir la distribución de estas con la variación del tiempo que dura realizar el soldeo de una probeta virtual de ciertas características físicas, es decir se conoció el comportamiento térmico requerido. Es así como se obtuvo una temperatura de formación máxima del arco eléctrico de 3012,6 °K (2739,45 °C) en un tiempo  $t = 6,1$  s y una temperatura máxima promedio de todo el proceso a partir que se estabilizó el arco eléctrico de 2523,05 °K (2249.90 °C)..
- Se utilizó otro paquete CAE muy manejado en el Ecuador, por su versatilidad, eficiencia entre otras ventajas para la validación del modelo matemático donde lo más importante fue que se obtuvo un error relativo de 2,43 % al comparar las temperaturas máximas del cordón de soldadura y un error de 1,01 % al comparar la longitud útil de la ZAT en un tiempo  $t = 30$  s, se puede decir que son errores aceptables que dan por hecho que el modelo matemático es eficiente y apropiado para este tipo de problemas térmicos que surgen constantemente en la vida real en ingeniería, construcción, etc.

## Referencias bibliográficas

- Berrío, M., Vanegas, N. A., & Serna, C. P. (2010). Evaluación de las distorsiones de contracción lateral de uniones soldadas a tope. *Revista Colombiana de Materiales* N.3, 25-41.

- BFMéxico. (2017). *Soldadura-Automatización-Robótica*. BFMéxico  
<https://www.bfmex.com/soldadura/zona-afectada-termicamente/>
- Dávalos, J. J. (2017). *Análisis de la distorsión de un elemento estructural soldado mediante el proceso GMAW*. En Instituto Tecnológico de Pachuca.
- Fosca, C. (2007). *Introducción a la Metalurgia de la Soldadura*.
- García, G. V. (2019). *Modelación computacional de la soldadura de aceros avanzados alto-Mn austeníticos de plasticidad inducida por maclaje (TWIP) mediante el proceso GTAW*. (Tesis Doctoral).
- Goldak, J. A., & Akhlaghi, M. (2005). *Computational Welding Mechanics*. Springer.  
<https://link.springer.com/book/10.1007/b101137>
- Hernández, I. A., Pérez, J. M., & Aguilera, E. G. (2013). Determinación de Esfuerzos Residuales en una Estructura Tipo I Producidos por Soldadura. *Memorias del XIX Congreso Internacional Anual de la SOMIM, 1022-1032*.  
[http://somim.org.mx/memorias/memorias2013/pdfs/A4/A4\\_222.pdf](http://somim.org.mx/memorias/memorias2013/pdfs/A4/A4_222.pdf)
- Holman, J. P. (1999). *Transferencia de Calor*.
- Horwitz, H. (1997). *Soldadura aplicaciones y práctica*. Moscú.
- Hitesh, D. V., Harimkar, S. P., Boetcher, S. K., & Dahotre, N. B. (2013). One-dimensional multipulse laser machining of structural alumina: evolution of surface topography. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 69-83*. <https://link.springer.com/article/10.1007%252Fs00170-012-4709-8>
- López, A. M., & Montenegro, S. B. (2008). *Estudio de distorsiones producidas en vigas tipo I fabricadas por soldadura a filete en el proceso GMAW*.
- Osmar, G. (2016). *Determinación de deformaciones y tensiones residuales en tuberías unidas por soldadura utilizando simulación numérica para su aplicación en gasoducto*. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/6608>
- Pérez, J., & Romero, J. (2017). *Simulación computacional de esfuerzo-deformación y transferencia de calor de un secador cilíndrico rotativo de la industria papelera*.
- Pintado, A. M. (2018). *Determinación del efecto de la soldadura en el comportamiento mecánico en las estructuras metálicas por medio del Método de Elementos Finitos*. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/15163>

Pozo, J. A., Acosta, P. E., Crespo, A. C., & Díaz, E. (2011). Análisis térmico de soldadura GTAW sobre placa de acero AISI 316L empleando el Método de Elementos Finitos. *Empresa de diseño y servicios de ingeniería UEB Villa Clara*, 256-264.

Stamenkovic, D., & Vasovic, I. (2009). Finite Element Analysis of Residual Stress in Butt Welding Two Similar Plates. *Scientific Technical Review*, LIX (1).

Villacís Ramón, M. E. (2022). *Modelo matemático para el análisis del comportamiento térmico en el proceso de soldadura de un acero estructural mediante un software con base en el método de elementos finitos*. (Trabajo de Maestría). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Propagation models applied to LTE technologies in residential areas in Riobamba – Ecuador

### *Modelos de propagación aplicados a tecnologías LTE en zonas residenciales de Riobamba – Ecuador*

- <sup>1</sup> Geraldine Crespín Angulo  <https://orcid.org/0000-0001-5452-6671>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Faculty of Informatics and Electronics Telecommunications Engineering, Esmeraldas, Ecuador  
[geraldine.crespin@epoch.edu.ec](mailto:geraldine.crespin@epoch.edu.ec)
- <sup>2</sup> Cristhian Bermeo Reyes  <https://orcid.org/0000-0002-8308-5112>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Faculty of Informatics and Electronics Telecommunications Engineering, Lago Agrio, Ecuador  
[cristhian.bermeo@epoch.edu.ec](mailto:cristhian.bermeo@epoch.edu.ec)
- <sup>3</sup> Johan Chico Vallejo  <https://orcid.org/0000-0003-0433-9338>  
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Faculty of Informatics and Electronics Telecommunications Engineering, Quito, Ecuador  
[johan.chico@epoch.edu.ec](mailto:johan.chico@epoch.edu.ec)



#### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 14/05/2022

Revisado: 23/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 29/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2263>

Cítese:

Crespín Angulo, G., Bermeo Reyes, C., & Chico Vallejo, J. (2022). Propagation models applied to LTE technologies in residential areas in Riobamba – Ecuador. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 315-332.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2263>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

modelos de propagación, tecnología LTE, software, potencia de recepción.

**Keywords:**

propagation models, LTE technology, software, receiving power.

**Resumen**

**Introducción.** Se sabe que en cualquier sistema de transmisión lo que se propaga son ondas electromagnéticas que se transmiten y reciben y conocer la tendencia en la que varía con la distancia es uno de los requisitos fundamentales para un sistema de transmisión celular confiable y eficiente. **Objetivos:** Realizar un estudio comparativo de cinco modelos de propagación en diferentes escenarios en la zona norte de la ciudad de Riobamba; determinar cuál de los cinco modelos incluidos en el estudio es el más aplicable en cada caso. **Metodología:** Realizar un diagrama comparativo mediante gráficos que muestren la tendencia de cada uno de los modelos de propagación con respecto a las mediciones obtenidas mediante el software. **Resultados:** El modelo de propagación SUI es el que se adaptó a los escenarios propuestos porque sus cálculos para determinar las pérdidas de trayectoria incluyen datos más específicos dentro de un área suburbana. **Conclusiones:** Tras las respectivas investigaciones y los resultados obtenidos, se determinó que a una distancia considerable entre la estación base y el receptor móvil, la potencia de recepción disminuye.

**Abstract**

**Introduction.** It is known that in any transmission system what propagates are electromagnetic waves which are transmitted and received and knowing the trend in which it varies with distance is one of the fundamental requirements for a reliable and efficient cellular transmission system. **Objectives:** To conduct a comparative study of five propagation models in different scenarios in the northern area of the city of Riobamba; to determine which of the five models included in the study is the most applicable in each case. **Methodology:** To make a comparative diagram by means of graphs showing the trend of each of the propagation models with respect to the measurements obtained by means of the software. **Results:** The SUI propagation model is the one that was adapted to the scenarios proposed because its calculations to determine path losses include more specific data within a suburban area. **Conclusions:** After the respective investigations and the results obtained, it was determined that from a considerable distance between the base station and the mobile receiver, the reception power decreases.

## Introduction

Communication is understood as the process by which information is transmitted and received, the same that has evolved over time creating new methods so that data reception is as optimal as possible, 4G technology can reach 300 Mbps, reducing the waiting time to a small part of generation number 3 (3G) (Maldonado et al., 2010). Each of them have advantages in different types of applications, 3G networks are good for voice and data, and in terms of Internet This generation was a pioneer in high speed, however, today it is no longer the fastest network with the arrival of the 4G network, which is normally LTE technology, the same one that adapts in the propagation models for the calculation of losses in cell reception (Alonso et al., 2013).

Knowing the received signal and the trend in which it varies with distance is one of the fundamental requirements for a reliable and efficient cellular transmission system. It is known that in any transmission system what propagates are electromagnetic waves and these, being propagating in free space, are vulnerable to the different attenuations that the environment in which it is located may present, which causes the power received at the mobile station to be less than that originally emitted by the base station, this effect is also called propagation loss (path loss); the propagation loss is an aspect that directly influences the received signal strength, affecting the optimization of the transmission system (Akinwale, 2013).

There are several applications with which the power intensity of a base radio can be obtained such as “Best Signal Finder” or “Netmonitor Cell Signal Logging”; A software with a simple and efficient interface is the “Network Cell Info Lite” application, which is described as a cellular network monitor and measurement recording tool (4G +, LTE, CDMA, WCDMA, GSM) (Akinwale, 2013). It also provides WiFi information (beta) and is a network monitor in the Network and manager category. This application can be very useful to check the mobile network coverage that exists at a certain moment where it provides the information about the power intensity to the nearest base radio and showing the technology, whether 4G or 3G, to which the device is connected (Akinwale, 2013).

Propagation models make it easier to obtain the value of losses in space produced by the different attenuation factors, or the area in which the transmission system is located. A propagation model with mathematical expressions and algorithms simulates the scenario in which our transmission system could be found, that is, with the help of a propagation model it is easy to predict the path loss of a radio frequency signal that is commonly composed of a base station and a mobile receiver

Empirical propagation models are generally used to calculate path loss in wireless channels under different types of scenarios, and their results are taken into account when

choosing the location of base stations and planning activities in the coverage area where The models used to obtain the different power levels of the different localities in the northern sector of the city of Riobamba are the Log-Normal model, the Hata Okumura model, the COST 231 model, the Walfisch-Bertoni model and the SUI model.

### Objectives

- To conduct a comparative study of five propagation models in different scenarios in the northern area of the city of Riobamba; to determine which of the five models included in the study is the most applicable in each case.
- Differentiate the most relevant aspects of each propagation model, to optimize the greatest number of resources when applying them in practice.
- Inquire about software or applications that facilitate the collection of data on the powers captured by the mobile receiver with reference to a base station.
- Apply the Log-Normal propagation model in each scenario to define the range in which the losses received by the mobile receiver will oscillate.
- To make a comparative diagram where the trend of each propagation model is visualized with respect to the measurements obtained by the software, to know which model is more like the trend and to define the reason for the possible attenuations presented in the different propagation models in each scenario.

### Methodology

To perform the comparative analysis of the propagation models applied at each base station, the following procedure was conducted:

1. Research on the most relevant aspects to apply each of the models presented as detailed below:
  - Log-Normal Model

With the Log-Normal propagation model it is possible to describe the shading effects that can occur in the different measurement scenarios that contain a transmitter and a receiver. In this propagation model the distance is variable and by this can be obtained the losses of the trajectory (*Log Normal Shadowing*, s.f.).

The basic path loss equation detailing the Log-Normal propagation model starts from the first measurement, that is, the power received by the mobile receiver at the nearest distance from the base station; from this measurement and with the help of the Log-Normal model values of the optimal N are obtained which is a fundamental factor to plot the trend curve that will present the losses produced in the free space in the different environments

After having found the value of  $n$ , it is already possible to know the correction factor  $\sigma$ ; adding and subtracting the value of sigma to the equation posed by the Log-Normal propagation model is known the range in which the powers captured by the mobile receiver will oscillate, is that the Log-Normal model presents an easy and effective way to predict the power that will be obtained at a certain distance (Some Empirical Models, s.f.).

$$PL(d) = PL(d) + 10n\log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma \quad (1)$$

-  $X_\sigma$  Fading component

- Okumura – Hata Model

In 1980 Hata released an expression for the correction factor based on the realized curves of the Okumura model, which is the most cited macroscopic dispersion model. With this correction factor it was possible to include to the Okumura model effects present in the environment such as diffraction, scattering and reflection that are present in most transmitted signals (Mathuranathan, 2019).

The general equation for the free-space propagation losses presented by the model is:

$$PL(d) = A + B\log(d) + C \quad (2)$$

Where (d) is the distance between Tx and Rx given by a range of 1-20km. The variables A, B, C depend on factors such a frequency, type of environment and antenna height as detailed in the equations described below. (Pinto et al., 2016)

$$A = 69.55 + 26.26 \log(f) - 13.82 \log(h_b) - a(h_m) \quad (3)$$

$$B = 44.9 - 6.55\log(h_b) \quad (4)$$

Where:

$f_c$ : Transmitting frequency described by the model from a range of 150 MHz to 1500 MHz

$h_b$ : Transmitting antenna height (30m-200m)

$h_m$ : Receiving antenna height (1m-10m)

$a(h_m)$ : Receiving antenna height correction factor that varies according to the environment in which it is located.

C: Correction factor for rural and open suburban areas (Mathuranathan, 2019).

- COST-231 Model

This model is an extension of the COST Hata model (European Commission & Directorate-General for the Information Society and Media, 1999; Amarasinghe et al., 2009). It is used for frequencies over 2000MHz. For the line-of-sight (LOS) between the transmitter and receiver, the path loss is given by:

$$P_L = 42.64 + 26\log(d) + 20\log(f) \quad (5)$$

Under no-line-of-sight (NLOS) conditions, the path loss is as follows:

$$P_L = L_o + L_{RTS} + L_{MSD} \quad (6)$$

$L_o$  represents the free space decay, described as:

$$L_o = 32.45 + 20\log(d) + 20\log(f) \quad (7)$$

$L_{RTS}$  is referred to as the diffraction from the roof to the street, and can be calculated as follows:

$$L_{RTS} = -16.9 - 10\log(w) + 10\log(f) + 20\log(h_b - h_r) + L_{ORI} \quad (8)$$

The unit of  $L_{ORI}$  is given in degrees and this is referred to as the orientation of the antenna relative to the street, and can be calculated by (Calero, 2015):

$$\begin{aligned} & -10 + 0.354a \quad \text{for } 0 < a < 35 \\ & 2.5 + 0.075(a - 35) \quad \text{for } 35 < a < 55 \\ & 4 - 0.114(a - 55) \quad \text{for } 55 < a < 90 \end{aligned}$$

- Walfisch-Bertoni Model

In this model, it takes into account the heights of the buildings in relation to street level to draw diffraction models that predict the average power of the signal at pavement level (Alqudah, 2013).

The path losses are represented as:

$$L = L_0 + L_{ex} \quad (9)$$

Where  $L_0$  is the free space loss and is defined as:

$$L_0(dB) = 32.44 + 20\log f_c(MHz) + 20\log R(km) \quad (10)$$

$L_{ex}$  is the loss of the signal at roof level due to the shadow cast by roofs on the receiver, combined with is the diffraction loss in the signal from the roof to street level (Walfisch & Bertoni, 1988).

$$L_{ex}(dB) = 57.1 + A + \log f_c + 18\log R - 18\log(h_t - h) - 18\log\left(1 - \frac{R^2}{17(h_t - h)}\right) \quad (11)$$

Where:

$R$  : distance (transmitter - receiver) [kilometers].

$f_c$  : operating frequency [MHz].

$h_t$  : effective height (transmitting antenna) [meters].

$h_r$  : effective height (receiving antenna) [meters].

$h$  : average building height [meters].

- SUI model

This model was developed by Stanford University for IEEE 802.16, its acronym SUI stands for Stanford University Interim (Ghz et al., s.f.; Abhayawardhana et al., 2005). The SUI model works for frequencies above 1900 MHz. This model takes into consideration three diverse types of terrain, which are Terrain A for a higher path loss area (densely populated region), Terrain B for a moderate path loss area (suburban environment) and Terrain C for a lower path loss (rural or flat area). The following table shows the values taken by plots A, B and C for their different parameters.

**Table 1**
*Different terrains & their parameters*

Parameters	Terrain A	Terrain B	Terrain C
a	4.6	4	3.6
b(1/m)	0.0075	0.0065	0.005
c(m)	12.6	17.1	20

To calculate the basic propagation loss, the SUI model proposes to group the propagation scenarios into three distinct categories, each with its own characteristics:

- Category A: Mountainous terrain with medium and elevated levels of vegetation, corresponding to high loss conditions.
- Category B: Mountainous terrain with low levels of vegetation, or flat areas with medium and elevated levels of vegetation. Average level of losses.
- Category C: Flat areas with extremely low or no density of vegetation. Corresponds to paths where losses are low (Chisab, 2014).

The following equation is used to calculate the path loss in this propagation model:

$$P_L = A + 10\gamma \log\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_f + X_h + S \quad (12)$$

PL is the path loss [dB], d represents the distance between the transmitting antenna and the receiving antenna [kilometers], d0 is the reference distance (in this case it takes the value of 100) [meters], Xf represents the frequency correction factor, Xh is referred to as the base station (BS) height correction factor, s is shadowing and  $\gamma$  represents the path loss component and is described as (Chisab, 2014):

$$\gamma = a - bh_b + \left(\frac{c}{h_b}\right) \quad (13)$$

hb represents the height of the base station, a, b, and c the terrain types which are selected from the table noted above.

$$A = 20 \log \left( \frac{4\pi d_0}{\lambda} \right) \quad (14)$$

A is the free space path loss,  $d_0$  represents the distance between the transmitting antenna and the receiving antenna,  $\lambda$  as the wavelength. The correction factors for frequency and base station height are detailed below:

$$X_f = 6 \log \left( \frac{f}{2000} \right) \quad (15)$$

$$X_h = -10.8 \log \left( \frac{h_r}{2000} \right) \quad (16)$$

As seen above,  $f$  is the frequency [MHz],  $h_r$  the receiver height [meters]. This expression is used for terrain types A and B. For terrain type C, the following expression is used:

$$X_h = -20 \log \left( \frac{h_r}{2000} \right) \quad (17)$$

$$s = 0.65(\log f)^2 - 1.3 \log(f) + \alpha \quad (18)$$

$\alpha$  takes the value of 5.2 dB which is for terrain A and B (rural and suburban respectively), and for terrain type C (urban environment)  $\alpha$  is equal to 6.6 dB (Navarro & Andredy, 2012).

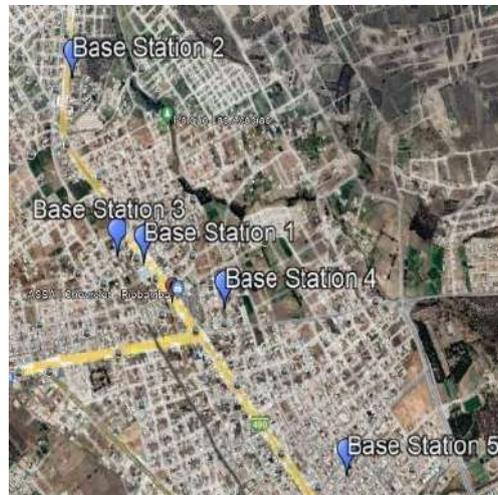
The signal strength measurements for this project were collected in 5 different base stations in the northern part of Riobamba with the Network Cell Info Lite application.

The number of data collected per antenna was 50 measurements in 3 contrasting times of the day in which different values were obtained according to different conditions presented for the collection, such as sector, weather condition, traffic, users, cellular technology, region and the distance between sender and receiver. To know the distance between the point where the measurements were made and the position of the antenna, the google earth tool was used.

The data table II provides detailed information on each of the base stations, describing the value of the calculated isotropic radiated power (EIRP), the maximum and minimum distance at which the measurements were taken and the respective height of the transmitting antenna at each base station.

**Figure 1**

*Location of base stations*



**Table 2**

*Different terrains & their parameters*

Base	EIRP	Maximum Distance	Maximum Distance	Height of base stations
BS1	26,4345 dBm	60 m	252 m	24 m
BS2	18,9563 dBm	40 m	168 m	30 m
BS3	23,4760 dBm	67 m	431 m	25 m
BS4	29,2909 dBm	61 m	316 m	15 m
BS5	27,0181 dBm	50 m	200 m	24

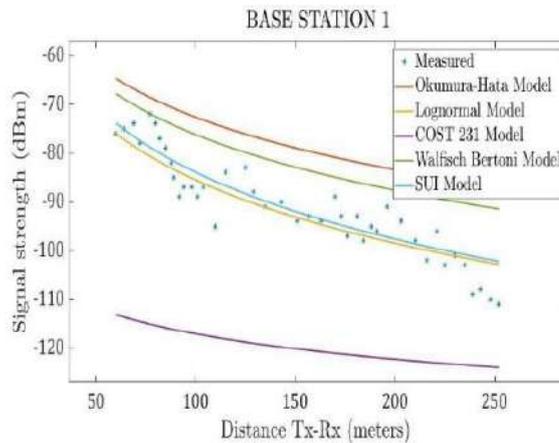
Once the data was obtained, an average power value was obtained to which the normal log model was subsequently applied using all the processes mentioned above, to know the range in which the values were displayed. Once this is done, the rest of the models to be studied are applied using the equations mentioned above. Then the measurements were figure, and the respective models were made in MATLAB to compare and observe which would be the best model that fits our measurements.

Results:

A. Base Station 1 (BS1)

Figure 2

Comparison of propagation models in BS-1

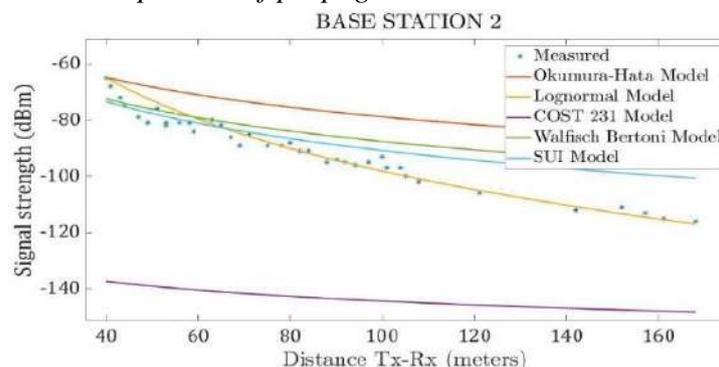


The figure shows the calculation of 50 measurements in five different propagation models, this calculation was carried out in the urban sector of the city of Riobamba-Norte, the image shows the comparison of each propagation model with respect to the measurements, in the case in this sector, the best model is the SUI because they are closer to the values of the measured powers, which implies that there is better efficiency. However, the Walfisch-Bertoni model can be considered efficient but on a smaller scale because few points are close. which shows that up to a certain distance this model provides superior results. Similarly, the models that show the least efficiency in this sector are the normal Log and the COST 231 and Okumura Hata models, which are the furthest from the points taken in the area.

B. Base Station 2 (BS2)

Figure 3

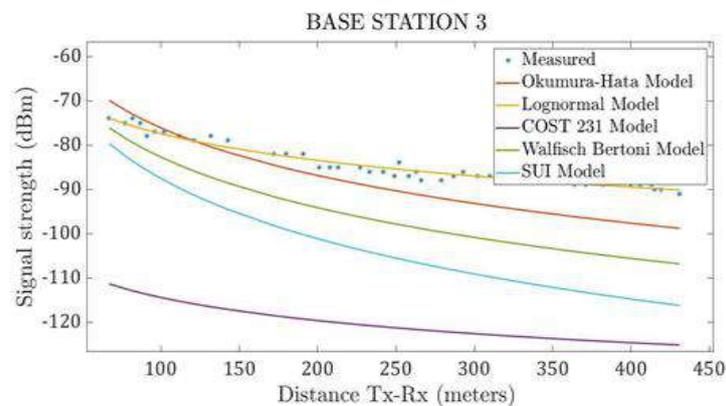
Comparison of propagation models in BS-2



The previous figure shows the comparison of the 5 propagation models together with the curve of the 50 average power values based on different distances, this event was conducted in the Santa Ana neighborhood, north sector of the city of Riobamba, this sector is considered a suburban area. It could be seen in the graph that the curve that best fits our measurements is that of the Log Normal model because our measurement points tend to center around this model, it was also observed that the SUI and Walfish-Bertoni models as the distance increases, the power decrease does not vary much with respect to the model that was coupled to our measurements, that is, the Log Normal model tends to drastically decrease the power as the receiver moves away from the transmitting antenna.

### C. Base Station 3 (BS3)

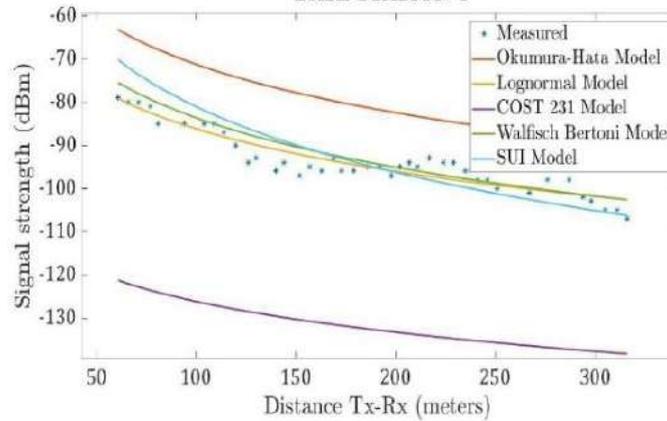
**Figure 4**  
*Comparison of propagation models in BS-3*



The figure shows the calculation of 50 measurements in five different propagation models, this calculation was performed in the urban sector of the city of Riobamba-North, the image shows the comparison of each propagation model with respect to the measurements, in the case of this sector the best models are the Walfisch-Bertoni and Okumura Hata, because they present a greater proximity to the values of the measured powers implying that there is better efficiency, However, the SUI model can be considered efficient but on a smaller scale because few points are close, showing that up to a certain distance this model provides good results. Similarly, the models that have lower efficiency in this sector are the Log normal and the COST 231 models, which are the furthest away from the points taken in the area.

### D. Base Station 4 (BS4)

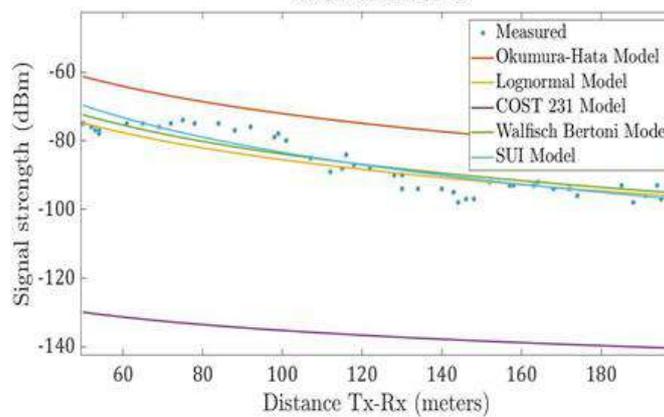
**Figure 5**  
*Comparison of propagation models in BS-4*  
BASE STATION 4



The models that were applied at base station 4 are plotted in “Fig. 7”. Each of these models was calculated by means of their respective formulas, which differ in the selection of required variables; it is also possible to visualize and make the respective comparison according to the model that best fits the measurements previously made. This comparison is made with respect to the measurements previously made using the Network Cell Info Lite application, thus allowing to verify which of the five models is the most applicable to this base station.

E. Base Station 5 (BS5)

**Figure 6**  
*Comparison of propagation models in BS-5*  
BASE STATION 5



The figure shows the comparison between propagation models applied in 50 average measurements in the north of Riobamba in Ernesto Noboa and Sangay streets. In this case, the models that best adapt to the measurement are Bertoni and Sui. This is because, as can be seen in the graph, the measurement points are close to the straight lines that represent the models. On the contrary, the less adequate models for the measurements are

the Log normal and the COST 231 models, which are the furthest away from the points taken in the area.

*Calculation of the root mean square error*

In the following section a comparative table of the mean square error is made for each of the propagation models, where each model will have a respective enumeration that allows to identify it in the table III, where a respective analysis of which is the best model applicable to each of the studied zones will be made, it is worth mentioning that the values inserted in the table are given in dB.

1. Cost 231 Model
2. Okumura Hata Model
3. Walfish Bertoni Model
4. Sui Model
5. Log Normal Model

**Table 3**  
*Mean square error*

Base	1	2	3	4	5
BS1	8,305,254,893,353,12				
BS2	8,575,123,953,713,09				
BS3	7,853,534,274,813,16				
BS4.	8,805,473,193,413,05				
BS5	9,054,913,203,343,15				

In base station 1 the model that is coupled is the SUI and Log-Normal model, in base station 2 the Sui model and the Walfish Bertoni model were coupled, in the base station 3 the Okumura Hata model is coupled, in the base station 4 the Walfish Bertoni model and the SUI were coupled, and in the last base station the Walfish Bertoni model and the SUI model were coupled.

**Conclusions**

- In the project presented, it has been shown that the simulation of the mobile channel for 4G-LTE bands obtained acceptable results in the prediction of path loss in urban environments based on the Log-normal propagation model, Okumura Hata, Walfisch-Bertoni, COST 231 and SUI.

- We were able to assess the losses in each base station and determine the best model for each one with respect to the measurements. Each of the formulas in the propagation models and their different parameters were considered to perform the respective calculations. It was satisfactory to conduct the programming in MATLAB and verify which model is closest to the measured and calculated points.
- From the comparison made with respect to the propagation models evaluated at base station 4, it can be seen at a glance that the most applicable propagation models are the Walfisch Bertoni Model and the SUI model, which keeps its data in the same trend as the measurements obtained by the software; there were data that were disregarded because they were significantly dispersed from the trend. To make corrections to the model so that it more closely resembles the measurements made, it is possible to calculate the root mean square value and evaluate the data that are closest.
- After the analysis conducted in the various locations of the city, it was possible to demonstrate that although the idea that the shorter the distance the better the signal reception, the analogy is not always true, because there are factors that influence the quality of the signal that a user can receive on his mobile device. It was determined that the maximum range of each base antenna in the different sectors is different because these are more populated areas than others where interference will occur in diverse ways.
- With the comparative analysis of each model used in the different base stations located north of the city of Riobamba, it is possible to deduce that the most optimal model to use in this type of residential areas is the SUI model due to the short distances and frequencies in which it operates.

### References

- Abhayawardhana, V. S., Wassell, I. J., Crosby, D., Sellars, M., & Brown, M. G. (2005). *Comparison of empirical propagation path loss models for fixed wireless access systems. 1*, 73-77 Vol. 1. <https://doi.org/10.1109/VETECS.2005.1543252>
- Akinwole, B. O. H. (2013). Comparative Analysis of Empirical Path Loss Model for Cellular Transmission in Rivers State. *American Journal of Engineering Research*, 8.
- Alonso Quintana, R., Bordón López, R., & Montejó Sánchez, S. (2013). Estudio comparativo de los modelos de propagación de canal inalámbrico. *Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones*, 34(1), 12–26.

- Alqudah, Y. (2013). *On the Performance of Cost 231 Walfish Ikegami Model in Deployed 3.5 GHz Network*. 524–527. <https://doi.org/10.1109/TAEECE.2013.6557329>
- Amarasinghe, K., Peiris, K. G. A. B., Thelisinghe, L. A. D. M. D., Warnakulasuriya, G. M., & Samarasinghe, A. T. L. K. (2009). Comparison of propagation models for Fixed WiMAX system based on IEEE 802.16-2004. In *ICIIS 2009—4th International Conference on Industrial and Information Systems 2009, Conference Proceedings* (p. 129). <https://doi.org/10.1109/ICIINFS.2009.5429880>
- Calero, C. V. (2015). *Simulación del modelo de propagación cost 231 walfisch- Ikegami para el canal móvil de bandas 4G*. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/19382>
- Chisab, R. (2014). Performance Evaluation of 4G-LTE-SCFDMA Scheme under SUI and ITU Channel Models. [https://www.researchgate.net/publication/262373991\\_42101-7474-IJET-IJENS\\_C\\_February\\_2014\\_IJENS](https://www.researchgate.net/publication/262373991_42101-7474-IJET-IJENS_C_February_2014_IJENS)
- European Commission & Directorate-General for the Information Society and Media. (1999). *COST Action 231: Digital mobile radio towards future generation systems: Final Report*. Publications Office.
- Ghz, W. O., Milanovic, J., & Bejuk, K. (s.f.). *Comparison of Propagation Models Accuracy for WiMAX on 3.5 GHz*. [https://www.researchgate.net/publication/4321213\\_Comparison\\_of\\_Propagation\\_Models\\_Accuracy\\_for\\_WiMAX\\_on\\_35\\_GHz](https://www.researchgate.net/publication/4321213_Comparison_of_Propagation_Models_Accuracy_for_WiMAX_on_35_GHz)
- Log normal Shadowing*. (s.f.). Retrieved May 17, 2022, from <https://www.ques10.com/p/47939/log-normal-shadowing-1/>
- Maldonado, C., Perez García, N., Uzcátegui, J., & Malaver, E. (2010). Nuevo modelo de propagación para redes WLAN operando en 2.4 Ghz, en ambientes interiores. *Télématique*, 9, 1–22.
- Mathuranathan. (2019, March 27). Hata Okumura model for outdoor propagation. *GaussianWaves*. <https://www.gaussianwaves.com/2019/03/hata-okumura-model-for-outdoor-propagation/>
- Navarro Cadavid, A., & Andredy Ardila, C. (2012). Ajuste estadístico de modelos de propagación de señal usando medidas de la ciudad de Cali. *Ingenium*, 6(11), 11. <https://doi.org/10.21774/ing.v6i11.58>

Some Empirical Models. (s.f.). Retrieved May 17, 2022, from <https://www.quora.com/p/48583/some-empirical-models/>

Walfisch, J., & Bertoni, H. L. (1988). A theoretical model of UHF propagation in urban environments. *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, 36(12), 1788–1796. <https://doi.org/10.1109/8.14401>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## Las smart cities latinas. Factores que impiden su desarrollo

*Latin smart cities. Factors that prevent its development*

- <sup>1</sup> Joyce Marcelo Arias Pereira.  <https://orcid.org/0000-0002-9238-2557>  
Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.  
[joyce.arias@ug.edu.ec](mailto:joyce.arias@ug.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/05/2022

Revisado: 24/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 30/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2279>

**Cítese:** Arias Pereira, J. M. (2022). Las smart cities latinas. Factores que impiden su desarrollo .  
ConcienciaDigital, 5(3.1), 333-345.  
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2279>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

smart cities,  
tecnologías,  
desarrollo.

**Keywords:**

Smart cities,  
technologies,  
development.

**Resumen**

Las tecnologías han evolucionado de una manera vertiginosa en el mundo entero, el uso de las TIC's se ha masificado de tal manera que hoy en día prácticamente todo ser humano en el planeta tiene acceso a algún tipo de tecnología con interconexión a internet, desde los smartphones hasta sistemas integrados de redes neuronales que han revolucionado la concepción de lo que se entendía como tecnología. En estas últimas décadas surge el nombre de las Smart cities, las cuales responden a las nuevas propuestas de crear o transformas las ciudades en ciudades inteligentes. El objetivo de la presente investigación es conocer cuáles son las características principales que definen este tipo de ciudades y sobre todo conocer cuáles son los factores que inciden e impiden su desarrollo en américa latina, la investigación se realiza bajo el enfoque de metodológico de tipo documental bibliográfico. Y entre los hallazgos más relevantes se encuentran el hecho de que paradójicamente las smartcities no solo responden al hecho de que sean ciudades con alta incidencia en tecnologías, sino más bien están ligados a que sus ciudadanos estén inmersos en procesos consolidados como el reciclaje y bajo un enfoque de nueva gobernanza, y en cierta medida los ciudadanos puedan acceder a las nuevas tendencias en tecnologías.

**Abstract**

Technologies have evolved in a vertiginous way throughout the world; the use of ICTs has become widespread in such a way that today practically every human being on the planet has access to some type of technology with internet interconnection, from smartphones to integrated systems of neural networks that have revolutionized the conception of what was understood as technology. In recent decades the name of Smart cities has emerged, which respond to new proposals to create or transform cities into smart cities. The objective of this research is to know what are the main characteristics that define this type of cities and above all to know what are the factors that affect and prevent their development in Latin America, the research is carried out under the methodological approach of bibliographic documentary type. . And among the most relevant findings is the fact that, paradoxically, smartcities not only respond to the fact that they are cities with a high incidence of technology, but rather are linked to the fact that

---

their citizens are immersed in consolidated processes such as recycling and under a new governance approach, and to a certain extent citizens can access new trends in technology.

---

## Introducción

El uso de las tecnologías ha aumentado exponencialmente en estas últimas décadas, el uso de los Smartphone cada vez se vuelve más común, hoy en día casi cualquier ser humano en el planeta posee y maneja un aparato electrónico que lo conecta con la red, por otro lado las tecnologías han avanzado a tal punto que hoy en día los software manejan prácticamente todos los sistemas de negocios a nivel mundial, en las industrias el uso de robots ha marcado pauta en torno a la automatización de plantas industriales en todo el mundo, esto ha planteado en el planeta la llamada cuarta revolución, referida a los cambios en torno a las tecnologías que se viven a diario y que impactan a diferentes áreas de la vida del ser humano.

Esto ha proporcionado herramientas tecnológicas a los gobiernos que buscan modernizar sus ciudades o países mediante el uso e implementación de la tecnología, en este sentido han surgido términos referidos a las ciudades inteligentes, las cuales usan herramientas tecnológicas para modernizar sus procesos.

Smart City son consideradas ciudades inteligentes que tienen por objetivo mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, promover una economía en crecimiento y mejorar la gestión de los recursos naturales a través de una gobernanza participativa con inversión en infraestructura (redes de comunicaciones y TIC), capital humano y social (Wang et al., 2020).

Al respecto de lo anterior, las smart city no se refieren necesariamente a que sus pobladores usen tecnologías, sino que los gobiernos adopten sistemas de modernización con enfoques tecnológicos que aporten mejoras sustanciales a la calidad de vida de los ciudadanos, en función de esto las tecnologías son usadas en función de incorporar las bondades de las tecnologías y aplicarlas en los sistemas de transportes, gestión integral de residuos, gobernanza entre otras que pueden ser cruciales para el avance de las ciudades hacia espacios más amigables con el medio ambiente así como ciudadanos más conscientes de su entorno y las consecuencias que sus acciones repercuten en la ciudad.

En torno a esto, las ciudades inteligentes han ganado terreno en continentes como el europeo y asiático, en donde existe un compromiso desde los altos niveles de gerencia gubernamental para plantear e implantar un modelo de smart city, de igual manera en el continente americano se encuentran ciudades ejemplos como California y, Santiago de

Chile, esta última ubicada en sur América, lo cual es interesante investigar los factores que impiden la formación de este tipo de ciudades en países de América Latina.

Resulta evidente que el modelo smart city ha despertado interés en Latinoamérica. Mediante el concierto de actores de diferente tipo y con iniciativas diversas como gobierno electrónico, sistemas integrados para la gestión del riesgo o semaforización inteligente, las ciudades latinoamericanas están incorporando soluciones tecnológicas en diferentes ámbitos del desarrollo urbano para posicionarse como smart cities (Duque, 2021).

El presente artículo, se centra en realizar una investigación documental sobre los aspectos que pudiesen ser determinantes para la formación y desarrollo de este tipo de ciudades y las dificultades que estas representan para la América Latina. Lo cual indica que las grandes brechas económicas en los ciudadanos de América Latina, aunado a graves fallas en educación son, entre otras cosas factores que evitan o hacen más lento el proceso de desarrollo de las smart city en América Latina.

### Metodología

La presente investigación se presenta bajo la metodología de revisión bibliográfica, la cual tiene como propósito realizar consultas de diferentes autores con la finalidad de generar una serie de conclusiones y discusión de los resultados, la revisión de la literatura implica detectar, consultar y obtener la bibliografía (referencias) y otros materiales que sean útiles para los propósitos del estudio, de donde se tiene que extraer y recopilar la información relevante y necesaria para enmarcar nuestro problema de investigación (Vásquez, 2020).

Por otro lado, es de tipo documental, ya que el investigador realiza una búsqueda de información de segunda mano, cuando busca y elige aquella información que ya está documentada: registrada, recopilada y clasificada; información que puede estar en forma de escritura, voz, imagen, sonido, símbolos gráficos, tablas o cuadros estadísticos, mapa, dibujo, escultura, etc. (Vásquez, 2020).

La presente investigación se realizó bajo la revisión de diferentes artículos, libros, trabajos de grado, proyectos, revistas científicas y fuentes verificables que garantizan la fiabilidad de los conceptos y análisis que se presentan, todo ello con la finalidad de nutrir de manera suficiente la investigación.

### Resultados y Discusión

Según las Naciones Unidas (2018) se prevé que la población urbana mundial crecerá un 60% aproximadamente entre 2015 y 2050. En años recientes, surgieron publicaciones

donde la percepción de los ciudadanos respecto de las innovaciones urbanas ocupa un lugar central para las evaluaciones de las ciudades inteligentes (Macke et al., 2018).

En los últimos años, ha surgido una amplia investigación en torno a la importancia de generar ciudades inteligentes. A pesar de que el concepto es nuevo y que existen múltiples definiciones, se pueden distinguir dos visiones distintas en las definiciones de ciudades inteligentes. Por un lado, la literatura que enfatiza el rol de las TIC como medio para profundizar el acceso a la información pública y a los servicios en una ciudad. Es decir, el uso de tecnologías inteligentes computarizadas para hacer más eficientes e interconectados los elementos y servicios críticos o más importantes de una ciudad como la administración pública, la educación, el transporte y la calidad de vida de los ciudadanos en general. Por otro lado, aquellas que adoptan una perspectiva más amplia al introducir nociones vinculadas con el crecimiento económico sostenible, la calidad de vida, la gobernanza participativa y la reducción de emisiones (Aderete, 2019).

Cualquier ciudad moderna requiere de una infraestructura de tecnologías de la información que sirva de soporte a los negocios y a la ciudadanía. Es decir, que disponga de redes de fibra óptica, infraestructura de telecomunicaciones móviles o acceso universal de banda ancha. Asimismo, el concepto de smart cities incluye la dimensión smart people, que involucra elementos como el número de computadoras por estudiantes (Lupiañez & Faulí, 2017).

La noción de “Smart Cities” está cobrando cada vez más relevancia, debido a los procesos asociados a la evolución de la globalización, las demandas de los ciudadanos cada vez más conocedores de sus derechos, así como, a la evolución en la consciencia sobre la responsabilidad ambiental por parte de la sociedad y los gobiernos, donde es común encontrar debates sobre problemas medioambientales, derechos de los ciudadanos, emergencias globales y en general todo tipo de demandas para que los gobiernos presten servicios más eficaces y en tiempo real, mejorando así la calidad de vida de sus habitantes. Las Ciudades Inteligentes se enmarcan en un escenario global complejo y dinámico que se fundamenta en tres mega tendencias que han determinado la transformación de la sociedad contemporánea y la era digital. En primer lugar, el proceso de urbanización y por ende el rápido crecimiento de las ciudades, en segunda instancia la revolución digital y, en tercer lugar, el poder de los datos y de la información. Es indudable también que este tipo de inputs y outputs tienen dos aliados fundamentales: las tecnologías de la información y las comunicaciones y los ciudadanos (Camargo et al., 2021).

El concepto de ciudad inteligente surge para resolver los problemas de la urbanización contemporánea, y las estrategias deben integrar no sólo consideraciones tecnológicas sino también sociales, políticas y organizacionales. Sin embargo, a nivel de los municipios resulta difícil acceder a datos con relación a estas cuestiones lo que dificulta su

comprensión y análisis (Aderete, 2019). Los gobiernos especialmente de los países avanzados en TIC como Estonia, República de Corea y Singapur han logrado un mejor aprovechamiento de estas. A su vez, se ha observado un interés creciente por lograr un desarrollo urbano sustentable en el marco de la construcción de ciudades inteligentes (Angelidou, 2017).

Para Alderete (2022), ciudad con inteligencia no es lo mismo que ciudad inteligente, lo que refiere a un enfoque mucho más holístico e integrador, en donde la tecnología es un factor necesario, pero no suficiente para resolver problemas, mejorar la eficiencia y desarrollar la calidad de vida de los ciudadanos. Existe un cierto consenso entre algunos académicos para entender que las Smart Cities son una construcción holística e integral que requiere de la participación de varios actores.

Por otra parte, son necesarias las conexiones entre la investigación del concepto de ciudad inteligente y los desafíos en las ciudades. Los autores consideran indispensable que las partes involucradas en la creación de ciudades inteligentes tengan en cuenta tanto las necesidades (actividades) de los ciudadanos como sus percepciones y expectativas. También se estudia si las perspectivas y expectativas de los ciudadanos se condicen con la concepción y la respuesta dada por los proveedores, los políticos y los empresarios (oferentes de los servicios). Dentro de las conclusiones halladas se encuentra que los ciudadanos muestran diferentes percepciones de los distintos tipos de servicios (Lytras et al., 2019).

En torno a esto Veselitskaya et al. (2019), mencionan que los factores que impulsan el desarrollo de una Smart City se componen desde la participación ciudadana, infraestructura, tecnologías, planificación, costos de los recursos, zonificación funcional de la ciudad, financiamiento, eficiencia energética, hasta la demanda de tecnologías green. Es decir, que no solo es el factor tecnológico que hace que una ciudad sea “inteligente” sino más bien un conjunto de factores que en conglomerado le dan el nombre a este tipo de ciudades que cada día gana más seguidores en todo el mundo, ya que plantea el hecho de un cambio de paradigma de gestión en las ciudades haciendo uso de un recurso tan importante como la tecnología.

El gobierno Digital con una gobernanza inteligente es un factor clave para la implementación de Smart cities López (2017), que generan un impacto social sostenible mediante la adopción de una economía circular (Kannan et al., 2020). Todo esto debe ser orientado al ciudadano ya que el objetivo de una ciudad inteligente es mejorar su calidad de vida, en muchos casos no se ha llegado al objetivo debido a que los ciudadanos no fueron involucrados adecuadamente, así mismo es importante reducir las barreras en el aprendizaje y la participación social, esto ayudaría a la calidad de vida de los ciudadanos (Antayhua et al., 2021).

El propósito de las “Smart Cities” “se centra en lograr una gestión eficiente de los equipamientos urbanos que satisfaga las necesidades de los ciudadanos. Así, la innovación social acompañada de innovación tecnológica, se presentan como los principales motores de cambio (Linares & Vásquez, 2018). Lo anterior revela la importancia central asignada a las tecnologías, las cuales tendrían el poder inherente de transformar la calidad de vida de las personas. Esta visión considera a los ciudadanos en cuanto consumidores (sistemas de personas), como los receptores de tecnologías que satisfacerían sus necesidades, provistas por grandes empresas dedicadas a las “Tics” y la producción de energías renovables (Ferrer & Castillo, 2021).

Para que una ciudad pueda considerarse smart, debe cumplir ciertos lineamientos, los mismos que son desarrollados de acuerdo a las necesidades y prioridades del lugar de aplicación, estos lineamientos abarcan seis pilares de desarrollo de una ciudad, es así que se involucran entonces factores como economía, medio ambiente, transporte y comunicaciones, ciudadanía, calidad de vida, y finalmente gestión y administración (gobernanza), se considera entonces el desarrollo de estos elementos en conjunto lo que determina el éxito de las estrategias aplicadas. Cuando se mencionan los ámbitos de desarrollo, refiere a la necesidad de mejorar la calidad de vida de las personas a través de la aplicación de una gestión inteligente de los recursos y servicios apoyados en la tecnología existente y el soporte que esta nos brinda (Maldonado et al., 2020).

En función de los anteriores se puede observar en la siguiente imagen lo referido a los conceptos asociados a las ciudades inteligentes (Ver Figura 1).

Figura 1

Modelo de referencia de las smart cities



Fuente: Maldonado et al. (2020)

Una ciudad definida como smart no implica solamente el uso de tecnología, sino que involucra distintos aspectos relacionados con el desarrollo de esta, así como el cumplimiento de criterios económicos y contar con altos niveles de rentabilidad y competitividad respecto a otras ciudades, ello teniendo en consideración que la economía global está basada en el conocimiento (Maldonado et al., 2020).

Con la finalidad de contrastar los diversos factores que inciden en la transformación de las ciudades en smart city, Maldonado elabora la siguiente tabla, en la cual se pueden verificar seis pilares fundamentales que contribuyen en las smart city (Ver tabla 1).

**Tabla 1**

*Smart City*

Smart Economy	Smart Mobility	Smart Governance	Smart People	Smart Living	Smart Environment
Industria de vigilancia	Gestión del tráfico	Gobierno electrónico	Educación	Entretenimiento	Contaminación del aire
Monitoreo de la infraestructura		Contrataciones electrónicas	Cuidado de la salud		Monitoreo del ruido
Planificación eficiente del transporte		Gestión de servicios al ciudadano	Oportunidades para emprendimientos	Servicios de emergencia	Gestión de Residuos
Alimentos y agricultura	Estacionamiento inteligente	Defensa	-	Vigilancia	Gestión de construcción
	Calidad de las condiciones de envío	Seguridad pública	-	-	Radiación y nivel electromagnético
Alumbrado inteligente		Servicios públicos	-	-	-
Consumo energético eficiente					
	Autodiagnóstico vehicular	Instalaciones culturales	Oficinas y hogares inteligentes		Detención de incendios forestales

**Fuente:** Maldonado et al. (2020)

América Latina y el Caribe tienen como característica común un alto nivel de urbanización, teniendo que aproximadamente el 80% de los ciudadanos se concentran principalmente en urbes y asentamientos humanos. Esto genera entonces que el capital humano y la economía se concentren en estos espacios físicos, por lo que su adecuada gestión implica un impacto considerable para el desarrollo del país, sumado a ello, se tiene la importancia del tratamiento ambiental, generando que las ciudades y asentamientos humanos adquieran una creciente importancia en la política y

governabilidad tanto a nivel nacional como municipalidades (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2018).

En el caso de Latinoamérica, los gestores urbanos presentan más desafíos en el momento de presentar soluciones y herramientas para el desarrollo de las denominadas ciudades inteligentes. Las grandes brechas económicas, sociales y ambientales no han permitido que las ciudades de países emergentes sobresalgan y superen los niveles de desigualdad y pobreza; factores determinantes que contrarrestan la calidad de vida de la ciudadanía. Por otro lado, muchas ciudades se encuentran implementando soluciones innovadoras y tecnológicas como respuesta a la necesidad de amortiguar sus principales problemas sin sacrificar bienestar social, logrando escalar hacia un modelo de ciudad sostenible e inteligente (Alvarado, 2017).

Una ciudad no puede volverse inteligente solo mediante el uso de la tecnología. Si bien el escenario tecnológico y la transformación digital son poderosos habilitadores, y la inteligencia de la tecnología que abarca todas las tecnologías de la 4RI, los datos y la información, la convierten en una dimensión fundamental pues permite integrar a la infraestructura física con la social. Una política de Ciudades Inteligentes debe soportarse en una gobernanza ágil adaptada a las actuales tendencias y realidades globales y locales, en una planificación urbana con perspectiva de largo plazo y acciones concretas en el corto, así como, en una fuerte y sólida cohesión social, y en un escenario económico que fomente el desarrollo y el crecimiento, para poder apalancar los proyectos de ciudades inteligentes (Camargo et al., 2021).

### Discusión y conclusiones

Las tecnologías han demostrado que cada día se adueñan de todo tipo de ámbitos en las sociedades humanas, la presencia de algo automatizado por más mínimo que parezca ha conquistado todos y cada uno de los espacios sociales, médicos, industriales, de servicios entre otros que han modificado las formas y maneras de realizar ciertas tareas. La automatización ha incluso llegado a sustituir al ser humano en ciertas áreas, como por ejemplo las áreas de ensamblado de una fábrica de automóviles.

Las nuevas tecnologías, que siguen avanzando cada día, las investigaciones en esta área parecen no tener fin, lo cual ha proporcionado a la humanidad entera de herramientas valiosas que les permiten realizar con mucha más facilidad y rapidez tareas que anteriormente sin estas tecnologías serían imposible lograr. Esto ha tenido múltiples beneficios en pro de la humanidad, sin embargo, las tecnologías, por otro lado, han ocasionado la pérdida de puestos de trabajo, por las dificultades económicas de muchas personas no todos tienen acceso a las tecnologías.

Las Smart city han surgido en respuesta a la necesidad de los gobiernos de cambiar los viejos paradigmas a nivel de gobiernos, en los que se pretende dar un giro a los sistemas de gobierno, en las que se les da uso a las tecnologías para la gestión de múltiples factores como el de la gestión de residuos con la finalidad de incorporar nuevas tecnologías que permitan dar una mejor disposición final de los desechos de una ciudad, por otro lado los sistemas de interconexión vial de la ciudad, mejor calidad de los sistemas de suministro de aguas a las poblaciones entre otros que, como factor vital de éxito los ciudadanos deben estar involucrados en todos los procesos y deben hacerse conscientes de lo necesario que implica el cambio en función del uso de las tecnologías pero no solo para que sus ciudadanos naveguen por el internet o tengan interacción con aparatos electrónicos sino que formen parte integral de un nuevo sistema de gobernanza.

Como limitante para que estas ciudades se desarrollen se encuentran las grandes brechas económicas que poseen los países de la América Latina, por otro lado, los bajos niveles de calidad de educación de sus habitantes, así como los altos niveles de corrupción de los gobiernos y su poco compromiso para lograr dichos cambios.

### *Referencias bibliográficas*

- Aderete, M. (2019). ¿Qué factores influyen en la construcción de ciudades inteligentes? Un modelo multinivel con datos a nivel ciudades y países. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, CTS*, 14(41), 71-89. <http://ojs.revistacts.net/index.php/CTS/article/view/110>
- Alderete, M. (2022). Propuesta de un índice de ciudad inteligente para Municipios de Argentina. *PAAKAT: revista de tecnología y sociedad*, 11(21). <https://doi.org/10.32870/pk.a11n21.629>
- Alvarado, B. (2017). La Economía Colaborativa y sus elementos de distorsión dentro del contexto Smart. Máster Tesis, Universidad de Girona, Facultad de Turismo. [https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/14821/AlvaradoVanegasByron\\_Treball.pdf?sequence=1](https://dugi-doc.udg.edu/bitstream/handle/10256/14821/AlvaradoVanegasByron_Treball.pdf?sequence=1)
- Angelidou, M. (2017). The Role of Smart City Characteristics in the Plans of Fifteen Cities. *Journal of Urban Technology*, 24(4), 1-27. [doi:https://doi.org/10.1080/10630732.2017.1348880](https://doi.org/10.1080/10630732.2017.1348880)
- Antayhua, E., Atoche, L., Cañari, I., Gamboa, B., & Santana, M. (2021). Factores Críticos para la Adopción de la Gestión Inteligente de Residuos en una Ciudad en Vías de Desarrollo en América Latina. *ISLA 2021* <https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1009&context=isla2021>

- Camargo, F., González, R., & Montenegro, C. (2021). Un modelo de ciudades inteligentes para América Latina. *Estudios de Ciencias Sociales y Administrativas de la Universidad Celaya*, 11(1), 63-83. <http://ecsauc.udec.edu.mx/index.php/ECSAUC/article/view/81>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL]. (2018). Propuesta de Plataforma Urbana y de Ciudades Inteligentes de América Latina y el Caribe. Caribe: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44158/S1800953\\_es.pdf?sequence=9](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44158/S1800953_es.pdf?sequence=9)
- Duque, I. (2021). Las smart cities en la agenda del planeamiento y la gobernanza urbana en América Latina. *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 30(2). Obtenido de <https://doi.org/10.15446/rcdg.v30n2.89479>
- Ferrer, E., & Castillo, C. (2021). Deconstruyendo el concepto de Smart City. Una mirada crítica a su aplicación en Latinoamérica. *Arquitectura y Sociedad*, 1(20). doi:<https://doi.org/10.29166/ay.s.v1i20.3497>
- Kannan, D., Mina, H., Nosrati-Abarghooee, S., & Khosrojerdi, G. (2020). Sustainable circular supplier selection: A novel hybrid approach. *Science of The Total Environment*, 722(20), 722. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137936>
- Linares, J., & Vásquez, K. (2018). Ciudades inteligentes: ¿materialización de la sostenibilidad o estrategia económica del modelo neoliberal? *El Ágora USB*, 479-495.
- López, N. (2017). Smart governance: A key factor for smart cities implementation. *IEEE International*, 277-282. doi:10.1109/ICSGSC.2017.8038591.
- Lupiañez, F., & Faulí, C. (agosto de 2017). Ciudades Inteligentes: Evaluación social de proyectos de Smart Cities. Centro de Estudios de telecomunicaciones de América Latina. <https://cet.la/estudios/cet-la/ciudades-inteligentes-evaluacion-social-proyectos-smart-cities/>
- Lytras, M., Visvizi, A., & Sarirete, A. (2019). Clustering Smart City services: Perceptions, expectations, responses. *Sustainability*, 11(6), 1669. doi:<https://doi.org/10.3390/su11061669>
- Macke, J., Casagrande, R., Sarate, J., & Silva, K. (2018). Smart City and quality of life: Citizens' perception in a Brazilian case study. *Journal of Cleaner Production*, 182(1), 717-726. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.078>

- Maldonado, C., Mendoza, E., Noriega, R., Piedra, L., & Rodríguez, D. (2020). Determinación de los factores críticos para la transformación de un distrito de Lima Metropolitana en una smart city. Trabajo de Investigación presentada en satisfacción parcial de los requerimientos para obtener el grado de Magister en Administración, Universidad Esan Business, Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12640/2205>
- Naciones Unidas. (16 de mayo de 2018). Las ciudades seguirán creciendo, sobre todo en los países en desarrollo. Nueva York, Estados Unidos. <https://www.un.org/development/desa/es/news/population/2018-world-urbanization-prospects.html>
- Vásquez, W. (2020). Universidad de San Martín de Porras. <https://www.usmp.edu.pe/estudiosgenerales/pdf/2020-I/MANUALES/II%20CICLO/METODOLOGIA%20DE%20INVESTIGACION.pdf>
- Veselitskaya, N., Karasev, O., & Beloshitskiy, A. (2019). Drivers and Barriers form smart cities. *Theoretical and Empirical Research in Urban Management* (1), 85-110. <https://www.ceeol.com/search/article-detail?id=764359>
- Wang, M., Zhou, T., & Wang, D. (2020). Tracking the evolution processes of smart cities in China by assessing performance and efficiency. *Technology in Society*, 63. doi:<https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101353>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## El comportamiento de los empleados públicos de Guayaquil incide en la satisfacción de los usuarios

*The behavior of public employees in Guayaquil affects user satisfaction*

- <sup>1</sup> Jean Steve Carrera López.  
Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.  
[jean.carrera@ug.edu.ec](mailto:jean.carrera@ug.edu.ec)  <https://orcid.org/0000-0003-3648-0539>
- <sup>2</sup> Deyton Darío Bedor Vargas  
Investigador Independiente  
[ddbedor@gmail.com](mailto:ddbedor@gmail.com)  <https://orcid.org/0000-0003-1215-865X>
- <sup>3</sup> Manuel Orlando Huacón Arévalo  
Investigador Independiente  
[manuel.huacon@hotmail.com](mailto:manuel.huacon@hotmail.com)  <https://orcid.org/0000-0002-4355-1692>



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/05/2022

Revisado: 25/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 30/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2280>

Cítese: Carrera López, J. S., Bedor Vargas, D. D., & Huacón Arévalo, M. O. (2022). El comportamiento de los empleados públicos de Guayaquil incide en la satisfacción de los usuarios. *Conciencia Digital*, 5(3.1), 346-361. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2280>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Servicios,  
servidor público,  
usuarios,  
comportamiento,  
empleados.

**Keywords:**

services, public  
servant, users

**Resumen**

**Introducción:** La velocidad de los cambios tecnológicos y la globalización hace que la cantidad de información cada día sea mayor, con ello las necesidades de las personas, por lo cual sus exigencias son mayores en cuanto a la atención requerida para algún servicio. Por esa razón las entidades públicas deben velar porque el personal cuente con las competencias para una atención de calidad. Por su parte, el Estado, se han encargado de generar las leyes y normativas para garantizar que los procesos y la atención a los usuarios sea eficiente. No obstante, las instituciones públicas de Guayaquil aún requieren ajustes a fin de evitar esta situación y es allí donde radica la importancia de esta investigación, ya que, a través de las diferentes posiciones de los autores, se pudo internalizar sobre los puntos más resaltantes sobre los usuarios, los servidores públicos, las leyes, normas y procedimientos existente en Ecuador. Se usó una metodología de tipo documental, basada en el diseño bibliográfico. Con ello, se evidenciar que en Guayaquil se hace indispensable que las autoridades no solo se enfoquen en generar leyes, sino que la debe velar por el cumplimiento de sus procesos administrativos siguiendo las pautas legales existentes para ello.

**Abstract**

The speed of technological changes and globalization means that the amount of information is greater every day, with it the needs of people, for which their demands are greater in terms of the attention required for some service. For this reason, public entities must ensure that staff have the skills for quality care. For its part, the State has overseen generating the laws and regulations to guarantee that the processes and attention to users are efficient. However, the public institutions of Guayaquil still require adjustments to avoid this situation and that is where the importance of this research lies, since, through the distinct positions of the authors, it was possible to internalize the most outstanding points about users, public servants, laws, regulations, and procedures existing in Ecuador. A documentary-type methodology was used, based on bibliographic design. With this, it is evident that in Guayaquil it is essential that the authorities not only focus on generating laws but must ensure compliance with their administrative processes following the existing legal guidelines for it.

## Introducción

La globalización, la revolución tecnológica, el crecimiento del país han marcado pautas en todos los niveles, y el sector público que está compuesto por organismos e instituciones no escapa de ello, por lo que el estado como galante de su gestión debe garantizar tanto la calidad de sus estructuras como la atención que brinda a los usuarios que hacen uso de sus servicios.

No obstante, el tema de los servicios públicos no es un tema nuevo, indica Almeida (2019), que el servicio público tiene sus inicios en la época de la Revolución Industrial en la que el Estado comenzó a intervenir en las actividades económicas de los particulares con el propósito de impedir los abusos de quienes acaparaban ciertas actividades con las que se satisfacían necesidades colectivas, solo con el afán de obtener lucro. El servicio que proporcionaban estos monopolios no alcanzaba a toda la sociedad, solo a ciertos sectores sociales que disponían de poder adquisitivo para acceder a ellos, entonces el Estado comenzó a asumir dichas actividades, con el objetivo de dar cumplimiento a las necesidades generales que requería la población.

Es así, como a partir de esa época el estado es el responsable de velar por los servicios que se ofrecen al pueblo, actualmente, indica el mismo autor, los servicios públicos es un tema que ha adquirido especial notabilidad en los últimos años y son muchos los países en particular, de América Latina que han comenzado a desarrollar esfuerzos encaminados a atender crecientes expectativas y necesidades de la población.

En ese sentido, la República de Ecuador no está al margen de la demanda que generan los servicios públicos y de la realidad de estos, es por ello por lo que la Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo (Senplades, 2017), diseño el Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 donde se establece entre muchos de sus temas:

“Democratizar la prestación de servicios públicos territorializados, sostenibles y efectivos, de manera equitativa e incluyente, con énfasis en los grupos de atención prioritaria y poblaciones en situación de vulnerabilidad, en corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad...” “Mejorar la calidad de las regulaciones y simplificación de trámites para aumentar su efectividad en el bienestar económico y social”.

En ambas políticas, el plan usa como bandera la calidad y calidez en los Servicios Públicos. Para Almeida (2019), la calidad de los servicios públicos es la auténtica ventaja que tiene una institución, esto crea confiabilidad en el usuario, este se sentirá satisfecho si se cumplen sus expectativas con agilidad y eficacia. La calidad va de la mano con la calidez, ya que influye el trato que se brinda, la amabilidad con la se atiende las necesidades de un usuario hará que este hable bien de nuestra institución.

Sin embargo, pese a esa bandera, muchos opinan que referirse de una institución pública, por inercia siempre se cree que lo público es malo, pésimo o que no sirve, idea que nos recalcaron siempre y así poco a poco nos quedamos con ese concepto (Nieto, 2020).

Por un buen tiempo, la falta de competencia, el crecimiento burocrático, los intereses políticos no permitieron un progreso adecuado, evaluándolos como deficientes, pero hoy la calidad de los servicios ha mejorado, sin embargo, se creen que todavía existen procesos que necesitan ser corregidos, como, por ejemplo: lentitud en los trámites y mala atención de los funcionarios. Villa et al. (2017)

A la luz de esa realidad, el estado debe romper con esos sistemas de creencia y abocarse a brindar servicios de calidad y calidez, indican los autores anteriores que actualmente, las empresas públicas están atravesando cambios importantes producto de la incorporación de programas de desarrollo institucional, tecnología y por las exigencias de los usuarios. Además, desde hace varios años los gobiernos realizan reformas intentando provocar un cambio de cultura organizativa, que significa pasar de una organización que tramita expedientes a otra que presta servicios de calidad a los clientes que son los ciudadanos merecedores de las mismas atenciones que se prestan en el ámbito privado

Ahora bien, en lo que respecta a la ciudad de Guayaquil su crecimiento ha sido muy evidente y significativo en la última década, y los avances tecnológicos han creado necesidades al Gobierno esto ha conllevado a rediseñar sus procesos internos para poder responder de manera eficiente y eficaz a las múltiples necesidades de sus ciudadanos (Almeida, 2019)

Pese a esos esfuerzos, aun el comportamiento de los garantes del servicio no cumple con las expectativas de los usuarios, en lo referente a su atención, para Almeida (2019), la incidencia de la insatisfacción del usuario proviene del desconocimiento de las Ordenanzas Municipales, lo que da como resultado la acumulación de quejas no resueltas, esto es generado por el desconocimiento del uso de las tecnologías y al bajo acceso a las mismas en el lugar donde este reside.

Sin embargo, otros autores manifiestan que también es un problema del comportamiento de los empleados públicos, por todo ello es que resulta importante para esta investigación analizar las diferentes posiciones de los autores para conocer sus perspectivas que permitan contribuir con respuestas para mejorar la satisfacción de los usuarios.

### Metodología

Para el desarrollo de la presente investigación se consideró la metodología del tipo documental, la cual según Rojas (2013), recurre a las fuentes históricas, monografías, información estadística y a todos aquellos documentos que existen sobre el tema para

efectuar el análisis del problema. También se sustenta en el diseño bibliográfico, a fin de garantizar la obtención de la información más relevante en el campo de estudio, de un universo de documentos que puede ser muy extenso. Gómez-Luna et al. (2014)

Por las argumentaciones anteriores, se toma como criterio de selección, la pertinencia y confiabilidad de las fuentes, dando como resultado la selección de documentos tales como artículos científicos, tesis de grados, documentos de páginas web certificadas, así como normativas y leyes del país

En referencia a lo anterior, es importante indicar que esas leyes, normativas que se tomaron para la sustentación se mantienen a la fecha vigentes a pesar de que su fecha de creación data de más de cinco años. Estos documentos son:

- Constitución Política de la República Del Ecuador, 1998. Asamblea Nacional Constituyente.
- Constitución de la Republica de Ecuador. 2008
- Ley Orgánica de Servicio Público, 2010. Asamblea Nacional.
- Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021, Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo – Senplades.

## Resultados

En el desarrollo de esta investigación, los diferentes autores coinciden de que, a pesar de la preocupación de las entidades gubernamentales y la existencia de leyes para contribuir con la calidad de los servicios públicos, aun se observan insatisfacciones por parte de los usuarios. Considerando este hecho, se desglosa la presente investigación en los siguientes aspectos a fin de tener las perspectivas que pudieran contribuir a coadyuvar la problemática.

### *Servicios públicos*

Los servicios públicos son el conjunto de actividades y prestaciones permitidas, reservadas o exigidas a las administraciones públicas por la legislación en cada Estado, y que tienen como finalidad responder a diferentes imperativos del funcionamiento social, y, en última instancia, favorecer la realización efectiva de la igualdad y del bienestar social (Almeida, 2019).

Los servicios públicos, son todas las actividades realizadas por los gobernantes en beneficio de una comunidad, considerados de interés nacional, es el estado el encargado de facilitar lo requerido por el ciudadano sin importar sus condiciones, su objetivo principal es la obligatoriedad de elaborar, establecer y certificar el desarrollo de estos. En

este grupo también se incluyen a los servicios sociales, donde hay personal calificado para ayudar a los más necesitados (Sánchez, 2019 citado por Nieto, 2020).

Estos lineamientos de los gobernantes están avalados por las leyes:

- Constitución codificada, aprobada hoy 5 de junio de 1998 por la Asamblea Nacional Constituyente (1998). en su artículo 249 reza:

“Será responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, fuerza eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, facilidades portuarias y otros de naturaleza similar.... El Estado garantizará que los servi008), en el Título IV Capítulo Séptimo se instruye a que la administración pública está constituida por las instituciones del Estado, sus organizaciones, los servidores y servidoras públicas, las cuales, deben cumplir con las obligaciones de su puesto, con solicitud, eficiencia, calidez, solidaridad y en función que constituye un servicio a la colectividad del bien colectivo.

Por otra parte, por lo general los tipos de servicios públicos puede clasificarse como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Tipos de servicios públicos*

Tipo de servicio	Descripción
<i>Servicios de emergencia</i>	Aquellos que atienden situaciones irregulares en las que la vida o las propiedades materiales de los ciudadanos corren peligro. Por ejemplo: Seguridad ciudadana (policía), bomberos, cuerpos militares, urgencias médicas, rescatistas, protección civil, etc.
<i>Servicios burocráticos</i>	Son aquellos que tienen que ver con la administración del Estado y con las gestiones que la ciudadanía puede o debe hacer ante él. Por ejemplo: servicio de identificación y extranjería, administración de la justicia, registro de títulos universitarios, registro civil, notarías, registro mercantil, entre otros.
<i>Servicios básicos</i>	Aquellos indispensables para la vida en sociedad organizada, y que a menudo son llevados directamente al hogar. Dentro de estos se pueden mencionar: luz eléctrica, servicio de gas, agua potable, acceso a Internet, transporte público, servicio postal, educación pública, servicio de sanidad o salud pública, recolección de desechos sólidos, entre otros.
<i>De los Usuarios</i>	El usuario o cliente, es toda persona que hace uso de los servicios públicos y privados de una organización en un momento determinado. Para efectos de la presente investigación se hace referencia al usuario que hace recibe atención de una entidad pública por parte de un servidor público.

Fuente: Enciclopedia Concepto (2021)

Es evidente que lo que el usuario espera de un servicio público, es ser atendido con calidad, eficiencia, y amabilidad, inclusive para Almeida (2019), el servicio va más allá de la cortesía y la cordialidad, es el valor agregado que recibe el usuario, aunque no se observe en muchas ocasiones el usuario evalúa la calidad de servicio que se le brinda, es así que el servicio no es un producto físico, pero influye grandemente en la reacción del usuario y esté a su vez transmitirá a otros usuarios o entidades gubernamentales en el caso de los servicios públicos.

Cuando se refiere al tema del servicio al cliente o usuario, se abarca varios indicadores interesantes para evaluar, pero si este servicio requerido lo facilita una empresa pública, automáticamente el deseo de satisfacción aumenta y se espera que sea eficiente, efectivo, rápido y actualizado, y estos parámetros son la raíz o el pilar de un éxito o fracaso de los objetivos de una empresa, de la buena o mala atención al cliente que brinde una institución dependerá el éxito o fracaso de la misma (Nieto, 2020).

Es decir, la satisfacción que el usuario genera cuando ha sido atendido con rapidez y eficiencia, es la buena imagen que dan las instituciones, cuando el usuario se siente satisfecho porque el funcionario logro resolver su necesidad, él será el encargado de hablar bien de la institución a otros usuarios, creando así una cadena, donde se entiende que un usuario satisfecho siempre ayudara a la imagen de la institución. Lo contrario sería que el usuario termine enojado porque paso mucho tiempo en la institución y no logro resolver su necesidad, esto generara una cadena de malos comentarios que desprestigiara a la institución (Almeida, 2019).

Pero, quien se encarga de dar este servicio al usuario, es el empleado, funcionario o servidor público, quien debe contar con todas las herramientas para hacer su trabajo, pero más allá de eso, la buena disposición de prestar un muy buen servicio. Para Villa et al. (2017), la satisfacción del usuario tiene que ver con el trato recibido del personal que presta el servicio y el nivel de solución ante las demandas del ciudadano de parte de las entidades gubernamentales. Es decir que los clientes esperan que sus necesidades sean atendidas y comprendidas de manera amable y cómoda (Farfán & Navarrete, 2021). Sin embargo, indican los autores, persisten aspectos negativos como: lentitud en los trámites, filas muy largas y todavía existen funcionarios groseros.

Con base a lo anterior, la calidad de los servicios públicos debe estar orientados a tres enfoques de interés público: satisfacción de las necesidades de los usuarios, calidad de la atención y duración del servicio. Villa et al. (2017)

Actualmente, se puede evidenciar que el Gobierno Nacional se ha preocupado en mejorar los procesos para mejorar la calidad de vida de la sociedad, para ello, la administración pública tiene dentro de sus finalidades la de mejorar la prestación de los servicios tratando

de conocer las necesidades y preferencias reales de los ciudadanos y en función de estas replantear los procesos administrativos. Villa et al. (2017)

Por supuesto, las necesidades de los usuarios van cambiando y las instituciones públicas deberían ajustarse a esta realidad, resaltando que el servicio exigido, no es realmente gratis, ya que este servicio está cubierto por los impuestos que el usuario paga, ya sea anual o esporádicamente. Noboa et al. (2020).

En ese orden de ideas, resulta importante resaltar que las instituciones públicas deben estar en constante evaluación con miras a evaluar las necesidades de los usuarios, los procedimientos que se realizan y la adecuación competencias de los empleados a fin de garantizar calidad en los servicios.

Por supuesto, el ser humano posee diferentes comportamientos y estados emocionales, por lo que resulta importante que el empleado disponga de herramientas y estrategias, a fin de poder actuar en determinado momento. Por ejemplo, para Nieto, (2020) los clientes o usuarios se pueden ser clasificados como sigue:

*Cliente Difícil.* Es el usuario que todo le molesta, solo se queja, le consigue defecto en todo, incluso en el más insignificante dato, cree que siempre tiene la razón, incluso puede llegar a ser superior y agresor. La mejor forma de tratarlo es manteniendo la serenidad y no dejarse llevar por sus desafíos.

*Cliente Amigable.* Es el usuario que posee un comportamiento atento, cordial, complaciente, puede ser incluso muy conversador lo que puede ocasionar pérdida de tiempo. Lo mejor es portarse muy gentil y amistosos, sin descuidar la distancia que debe existir, saber cuándo finalizar una conversación si esta se extendió demasiado.

*Cliente Tímido.* Es el usuario retraído, temeroso, callado, en ocasiones indeciso, tarda en elegir lo que necesita, por lo que de la manera más sutil se debe tratar de brindar lo que está necesitando, procurando que este conforme con lo ofrecido.

*Cliente Impaciente.* Es el que siempre está apurado, quiere que se lo atienda primero, no tiene consideración con los que estén antes de él, por lo general se pone inquieto si espera su turno.

*Cliente Grosero.* Es el que está mal humorado, riñe con habilidad, no le importa si ofende a las personas, despótico y provocador, lo mejor es estar neutral ante sus comentarios.

*Cliente Sabelotodo.* Es el cliente que siempre se creen superior a todas las personas, son demasiado severos y provocadores, se debe tratar manifestando que hay interés por resolver su problema, siendo muy delicado en sus faltas, haciendo notar que sus comentarios son muy necesarios en la resolución de los problemas.

*Cliente Desconfiado.* Es el usuario que desconfía de todo y todos, se lo debe manejar con calma, manifestando siempre estar empoderado del tema, tratando de distinguir sus requerimientos de manera ágil.

*Cliente Impulsivo.* Es el que tiene un discurso cambiante, impetuoso, inseguro, vacilante, se lo tratará con la seguridad de que atenderlo es un placer.

Ante estos tipos de clientes o usuarios los servidores públicos, deben tener las competencias para saber atenderlos sin crear conflictos, considerando que dentro de sus deberes como funcionario está en de dar una buena atención.

Y así lo destaca la Ley Orgánica de Servicio Público (LOSEP) del 2010 emanada por la Asamblea Nacional (2010), que en su Capítulo 1, establece los deberes, derechos y prohibiciones de las servidoras y servidores públicos, siendo los más resaltantes para esta investigación, el Artículo 22, sobre los deberes de las servidoras y servidores públicos, en el literal b), reza que es un deber, “cumplir personalmente con las obligaciones de su puesto, con solicitud, eficiencia, calidez, solidaridad y en función del bien colectivo, con la diligencia que emplean generalmente en la administración de sus propias actividades”, en ese mismo sentido el literal f) del mismo artículo indica que, es un deber “cumplir en forma permanente, en el ejercicio de sus funciones, con atención debida al público y asistirlo con la información oportuna y pertinente, garantizando el derecho de la población a servicios públicos de óptima calidad”

#### *De los Empleados Públicos*

En la Sección tercera en Art. 229, de la Constitución de la República del Ecuador emanada por el Registro Oficial (2008), definen a las servidoras o servidores públicos a todas las personas que en cualquier forma o a cualquier título trabajen, presten servicios o ejerzan un cargo, función o dignidad dentro del sector público.

En ese sentido, los empleados públicos son los trabajadores que cumplen sus funciones dentro del sector público, de los cuales un amplio grupo se encarga de la atención de los usuarios que requieren de dichos servicios.

Según Guzmán (2018), existe un amplio grupo de empleados públicos que muestran descontento en sus respectivas empresas, lo cual resulta interesante de evaluar, ya que esto daría pie a explicar, por qué los servidores públicos se sienten de esa manera, y como esto se refleja en el servicio que brindan a los usuarios y comunidad. Indica el mismo autor que los empleados tienden a actuar según su comodidad dentro de la organización, es decir que, si no están satisfechos con su lugar de trabajo, las tareas designadas, su remuneración, entre otros aspectos, sus labores no serán realizadas de la mejor manera debido a que no se sienten comprometidos con ello.

A la luz de todo lo anterior, es necesario que los empleados o servidores públicos tengan no solo las competencias en lo que corresponde a su responsabilidad, inclusive un buen salario, es necesario también la motivación, sentido de pertenencia y el compromiso que ese empleado tiene con la organización. Para Guzmán (2018), los empleados que están comprometidos con la empresa donde laboran sienten una conexión, consideran que encajan y que entienden los objetivos de la organización, por lo tanto, tienden a estar más determinados en su trabajo y son más proactivos en ofrecer su apoyo.

Con base a esto indica Edén (2016, citado por Guzmán, 2018), que existen algunos factores esenciales para generar satisfacción en los trabajadores de cualquier tipo de organización, como son:

*Respeto:* los empleados distinguen el trato respetuoso de todos los miembros como el elemento más importante en la satisfacción laboral.

*Confianza:* principalmente aquella que se da entre los miembros y sus jefes.

*Seguridad:* se logra a través de la comunicación honesta y la transparencia sobre la salud de la empresa y la viabilidad a largo plazo.

*Ambiente saludable:* lugares de trabajo libres de estrés, problemas de moral, hostigamiento y prácticas discriminatorias pueden crear un ambiente positivo y saludable para todos.

*Trayectoria profesional:* los empleados tienen mayor incentivo cuando pueden ver un camino ascendente establecido, con la oportunidad de ganar un salario más alto y asumir mayores responsabilidades.

*Pagos y beneficios:* los buenos salarios no son la única razón por la cual los empleados encuentran satisfacción en sus trabajos, pero generalmente ocupan los primeros lugares de la lista. El pago competitivo en general hace que los empleados se sientan valorados y les da menos razones para buscar trabajo en otra parte

En otro orden de ideas es importante señalar que los servidores públicos están blindados con las leyes y normativas emanadas por los gobiernos nacionales, por ello es conveniente resaltar que, en la Constitución vigente de Ecuador, aprobada del 2008, en su artículo 234, indica la obligatoriedad del Estado en brindar adiestramiento como un derecho de los servidores públicos. De manera literal dice: “El Estado garantizará la formación y capacitación continua de las servidoras y servidores públicos a través de las escuelas, institutos, academias y programas de formación o capacitación del sector público; y la coordinación con instituciones nacionales e internacionales que operen bajo acuerdos con el Estado”

Por otra parte, en la Ley Orgánica de Servicio Público (LOSEP) del 2010 (Asamblea Nacional, 2010), y vigente a la fecha, dedica algunos artículos en relación también a la capacitación de las servidoras y servidores públicos, siendo los más resaltantes:

Artículo 2, sobre los derechos de las servidoras y los servidores públicos enuncia en su literal q), que son derechos irrenunciables de las servidoras y servidores públicos: “Recibir formación y capacitación continua por parte del Estado, para lo cual las instituciones prestarán las facilidades”.

Artículo 51, sobre las competencias del Ministerio del Trabajo en el ámbito de esta Ley, en el literal g), indica que una de las competencias del Ministerio del Trabajo, es: “Establecer políticas nacionales y normas técnicas de capacitación, así como coordinar la ejecución de programas de formación y capacitación”

Artículo 52, sobre las atribuciones y responsabilidades de las Unidades de Administración del Talento Humano, en su literal p), indica que una de las atribuciones y de dichas unidades es: “Coordinar anualmente la capacitación de las y los servidores con la Red de Formación y Capacitación Continuas del Servicio Público”

Artículo 71. “Para cumplir con su obligación de prestar servicios públicos de óptima calidad, el Estado garantizará y financiará la formación y capacitación continua de las servidoras y servidores públicos mediante la implementación y desarrollo de programas de capacitación”.

Artículo 72. “El Ministerio del trabajo coordinará con las Redes de Formación y Capacitación de los Servidores Públicos y las Unidades de Administración del Talento Humano de la institución, la ejecución del Plan Nacional de Formación y Capacitación de los Servidores Públicos que deberá ser desconcentrada y descentralizada, acorde a los preceptos constitucionales”

### Discusión y Conclusiones

El tema sobre la satisfacción que sienten los clientes o usuarios al ser atendidos, no involucran solo a las organizaciones públicas, es un tema que abarca a toda organización, debido a que es un factor fundamental para la sostenibilidad y subsistencias de estas, que debe mantenerse siempre a la vista ya que, en los actuales momentos, a causa de la globalización, la revolución tecnológicas y comunicacionales, las personas están dados a conocer y exigir mejores productos y servicios.

En ese sentido, la satisfacción es la calidad que reciben los usuarios por los servicios dados por los empleados o personas encargadas de prestar dicho servicio. Para Pizarro et al. (2018), “la calidad se basa en la adecuada elaboración de un producto o en la

prestación, eficaz y eficiente, de un servicio destinado a satisfacer la necesidad de un cliente”

Con base a las argumentaciones anteriores, es indiscutible que esa satisfacción entonces, dependen en gran porcentaje de la atención que ofrecen esos empleados o servidores.

El sector público de Guayaquil, al igual que otras organizaciones no escapa de esa realidad, por lo que luego de analizar los diferentes autores consultados para la presente investigación se generaron las siguientes conclusiones:

- No es una falencia la opinión de muchos de los usuarios con respecto a la atención que reciben al momento de requerir algún servicio público, lo cual tiene mucha influencia en la asistencia que recibe de los servidores públicos. Indica Almeida (2019), que esto puede deber a falta de compromiso e integración de los funcionarios, creando la necesidad de reestructurar el personal o crear el compromiso de los funcionarios actuales con los usuarios.
- A pesar de que el sector público, tiene el respaldo de las leyes y políticas gubernamentales de Ecuador, se hace necesario la actualización de los procesos de acuerdo con las necesidades y exigencias del usuario. Indica Almeida (2019), las instituciones gubernamentales deberían renovar constantemente el tema de atención al público, actualizando así las respuestas para las necesidades que los usuarios generan.
- También a pesar de que actualmente existe legalmente la simplificación de trámites administrativos reflejados en Plan Nacional del Buen Vivir de Ecuador (Senplades, 2017), que indica que, con el objeto de mejorar la eficiencia en la gestión pública, se impulsó la simplificación de trámites, así como la reducción de los costos para la ciudadanía, en miras de mejorar el servicio público, sin embargo, aún se observa lentitud y colas en la gestión de los procesos, pudiendo ser lo que manifiesta Almeida (2019), que está pendiente la modernización y automatización de herramientas de gobierno electrónico; la ampliación del modelo de gestión por resultados; y la ampliación del proceso de simplificación de trámites para Gobiernos Autónomos Descentralizados y otras entidades del Estado que todavía no lo poseen, garantizando con ello la accesibilidad más rápida y concreta, sin mucha burocracia.

Indica a el autor anterior que la información que se entrega al usuario no es clara y de fácil comprensión, además que hay demasiado tiempo de espera entre el ingreso de un trámite hasta llegar a su aprobación o negación, debido a que existen dificultades ciertas dificultades, como la integración con las Direcciones operativas, sistemas obsoletos y procesos burocráticos.

- Otro factor importante para considerar es la falta de conocimientos de los procesos por parte de los usuarios, que hacen que mientras se les explica cuáles son los

pasos para seguir, contribuye a que se generen molestias o colas innecesaria o la falta de destrezas para manera las páginas Web existente de las instituciones. Indica Almeida (2019) que, la incidencia de la insatisfacción del usuario proviene del desconocimiento de las Ordenanzas Municipales, generado por el desconocimiento del uso de la página Web.

- Es indiscutible que la administración pública debe velar por el cumplimiento de sus procesos administrativos siguiendo las pautas legales existentes para ello, pero dentro de esas leyes o normativas también existen los deberes y derechos tanto de los usuarios como de los servidores, por lo tanto, el Estado debe estar pendiente de que los mismos sean cumplidos. Menciona Nieto (2020) que el ciudadano debe ser objeto de atención adecuada por parte de profesionales debiendo imperar una cultura de servicio, eficiente y eficaz, que generalmente ha estado ausente de la práctica.

Por su parte Vaca (2017) indica que la actividad de cada una de las empresas públicas se encuentra diferenciada en su ambiente e influye para determinar algunas relaciones, de este modo, los valores y actitudes establecen las directrices para el comportamiento diario del personal y proporcionan el sentido diferenciador en los servidores públicos de cada empresa.

### Referencias bibliográficas

- Almeida, K. (2019). Propuesta de mejora del Servicio de Atención al Público para el GAD de la muy Ilustre Municipalidad de Guayaquil en la dirección de uso del espacio y vía pública durante el año 2017. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Tecnóloga en Administración de empresas, Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.itb.edu.ec/handle/123456789/413>
- Asamblea Nacional. (2010). Ley Orgánica de Servicio Público. Quito. Obtenido de <http://gadsanrafaelcarchi.gob.ec/carchi/wp-content/uploads/2016/03/LEY-SERVICIO-PUBLICO.pdf>
- Enciclopedia Concepto. (5 de Agosto de 2021). Servicio público. Obtenido de Concepto: <https://concepto.de/servicio-publico/>
- Farfán, D., & Navarrete, J. (2021). Incidencia de la calidad del servicio en la satisfacción de los usuarios de las instituciones financieras de la ciudad de Guayaquil. Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Comercial, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/16291>

- Gómez-Luna, E., Fernando-Navas, D., Aponte-Mayor, G., & Betancourt-Buitrago, L. (2014). Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *DYNA*, 81(184), 158-163. doi:<https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.37066>
- Guzmán, L. (2018). Análisis comparativo de la caracterización del clima organizacional en hospitales públicos y privados. Tesis de Grado Previo a la obtención del grado académico de Magíster en Gerencia en Servicios de la Salud, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/11080>
- La Asamblea Nacional Constituyente. (1998). Constitución Política de la República Del Ecuador.
- Nieto, K. (2020). Propuesta De Mejora Del Servicio De Recepción De Reclamos Del Cliente De La Empresa Cnel Ep, Unidad De Negocio Guayaquil. Proyecto de investigación previo a la obtención del título de Tecnóloga en administración de empresas, Instituto Superior Universitario Bolivariano de tecnología, Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.itb.edu.ec/handle/123456789/2848>
- Noboa, M., Torres, G., Estrella, I., & Vizquete, W. (2020). Lenguaje motivacional y empoderamiento psicológico de los trabajadores en ciudad de Guayaquil, Ecuador. *Revista de ciencias sociales*, 26(2), 206-224. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7500753>
- Pizarro, S., Ormaza, M., & Ruiz, M. (2018). La auditoría y su control de calidad: visualización de los servicios que ofrecen las empresas auditoras de Manabí, Ecuador. *Cofin Habana*, 12(2), 268-279. Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2073-60612018000200019&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2073-60612018000200019&script=sci_arttext&tlng=en)
- Registro Oficial . (2008). Constitución de la República del Ecuador. Tribunal Constitucional. Obtenido de <http://www.jdgservices.net/pdf/CONSTITUCION%20DE%20LA%20REPUBLICA%20DEL%20ECUADOR%202008.pdf>
- Rojas, R. (2013). Guía para la realización de investigaciones sociales. España: Plaza y Valdez.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo - Senplades. (2017). Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021. Quito - Ecuador: Consejo Nacional de Planificación. Obtenido de [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento\\_Plan-Nacional-Buen-Vivir-2017-2021.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-11/Documento_Plan-Nacional-Buen-Vivir-2017-2021.pdf)

Vaca, M. (2017). Motivación laboral en los servidores públicos de Ecuador. *INNOVA Research Journal*, 2(7), 101-108. Obtenido de <https://doi.org/10.33890/innova.v2.n7.2017.235>

Villa, H., Cando, A., Alcoser, F., & Ramos, R. (2017). Estudio de los Servicios Públicos en la Ciudad de Riobamba y la Satisfacción de los Usuarios. *3C Empresa: Investigación y pensamiento crítico*, 6(4), 55-71. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6204896>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## Inconstitucionalidad tributaria del decreto ejecutivo No. 298 reducción del impuesto a la salida de divisas

*Tax unconstitutionality of executive decree No. 298 reduction of the tax on  
foreign currency outflows*

- <sup>1</sup> José Luis Vásconez Fuentes  <https://orcid.org/0000-0003-4851-7335>  
Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.  
[jose.vasconez3308@utc.edu.ec](mailto:jose.vasconez3308@utc.edu.ec)
- <sup>2</sup> Renato Estuardo Paredes Cruz  <https://orcid.org/0000-0003-1100-8596>  
Universidad Estatal de Bolívar, Guanujo, Ecuador.  
[rparedes@ueb.edu.ec](mailto:rparedes@ueb.edu.ec)
- <sup>3</sup> Mayra Paola Cortez Ocaña  <https://orcid.org/0000-0002-5731-1323>  
Universidad Tecnológica Israel, Quito Ecuador  
[e1802715787@uisrael.edu.ec](mailto:e1802715787@uisrael.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 17/05/2022

Revisado: 26/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 30/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2281>

Cítese:

Vásconez Fuentes , J. L., Paredes Cruz, R. E., & Cortez Ocaña, M. P. (2022). Inconstitucionalidad tributaria del decreto ejecutivo No. 298 reducción del impuesto a la salida de divisas. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 362-374. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2281>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

Gobierno, decreto ejecutivo, impuesto, inconstitucionalidad, sociedad

**Resumen**

**Introducción.** A lo largo de la vida, las personas han tenido que pagar impuestos, el gobierno es el encargado de normar y establecer mandatos que se deben cumplir bajo exigencias por parte de la sociedad y uno de estos son los impuestos. **Objetivo.** Analizar la inconstitucionalidad del Decreto Ejecutivo No 298 referente a la reducción del Impuesto a la Salida de Divisas. **Metodología.** Se aplica una metodología con diseño bibliográfico apoyada en una revisión bibliográfica. **Resultados.** El Ecuador dispone de una amplia normativa que regula el funcionamiento del Estado. De acuerdo a lo establecido en el Art. 425 de la Constitución de la República aprobada en el año 2008, el orden jerárquico de aplicación de las normas es el siguiente: Constitución; tratados y convenios internacionales; leyes orgánicas; leyes ordinarias; normas regionales y ordenanzas distritales; decretos y reglamentos; ordenanzas; acuerdos y resoluciones; y demás actos y decisiones de los poderes públicos El ISD ostenta el tercer lugar como impuesto de más alta recaudación en el país luego del Impuesto al Valor Agregado y el Impuesto a la Renta. El ISD es un tributo que se creó para la regularización del flujo de capitales, de manera que el capital no fluya de forma desmedida al exterior del país. **Conclusión.** El decreto ejecutivo No. 298 y la ley para fomento productivo, atracción inversiones, generación de empleo, adolecen de inconstitucionalidad de fondo, menoscaban la jerarquía constitucional de los instrumentos jurídicos vigentes. De la misma manera al encontrarse vigente ambas manifestaciones jurídicas en torno al Impuesto a la salida de divisas mediante el principio jurídico de presunción de legitimidad. Las mencionadas reglamentaciones tributarias violentan la garantía constitucional de seguridad jurídica en deterioro del mandante supremo: el pueblo ecuatoriano.

**Keywords:**

Government, executive decree, tax, unconstitutionality, society,

**Abstract**

**Introduction.** Throughout life, people have had to pay taxes, the government oversees regulating and establishing mandates that must be fulfilled under the demands of society and one of these is taxes. **Objective.** Analyze the unconstitutionality of Executive Decree No. 298 regarding the reduction of the Foreign Currency

---

Outflow Tax. Methodology. A methodology with bibliographic design supported by a bibliographic review is applied. Results. Ecuador has extensive regulations that regulate the functioning of the State. According to what is established in Article 425 of the Constitution of the Republic approved in 2008, the hierarchical order of application of the norms is as follows: Constitution; international treaties and conventions; organic laws; ordinary laws; regional regulations and district ordinances; decrees and regulations; ordinances; agreements and resolutions; and other acts and decisions of the public authorities. The ISD holds the third place as the tax with the highest collection in the country after the Value Added Tax and the Income Tax. The ISD is a tax that was created to regularize the flow of capital, so that capital does not flow excessively outside the country. Conclusion. Executive decree No. 298 and the law for productive promotion, investment attraction, employment generation, suffer from fundamental unconstitutionality, undermine the constitutional hierarchy of current legal instruments. In the same way, since both legal manifestations are in force regarding the Tax on the outflow of foreign currency through the legal principle of presumption of legitimacy. The tax regulations violate the constitutional guarantee of legal security in deterioration of the supreme client: the Ecuadorian people.

---

## Introducción

A lo largo de la vida, las personas han tenido que pagar impuestos por diferentes razones, bien sea por el lugar donde viven o por actividades o bienes que posean, estos son considerados necesarios pues permiten mantener la economía de un país (Tulcanaza, 2020). De igual manera el autor hace referencia como Schumpeter ha considerado un clásico en la economía, menciona que los impuestos fueron expuestos por el indicando que si bien son necesarios no pueden establecerse tasas tan elevadas ya que afectaría en gran medida el “equilibrio del capitalismo” pues las grandes empresas siempre se han visto afectadas por el pago de los impuestos.

En este sentido Tulcanaza (2020), menciona que el gobierno es el encargado de normar y establecer mandatos que se deben cumplir bajo exigencias por parte de la sociedad y uno de estos son los impuestos, que permiten hacer mejoras en obras del Estado donde se

beneficia la sociedad, y es que a pesar de que los impuestos son causantes de gastos en las personas representan un gasto necesario para el bienestar común.

Hoy en día uno de los impuestos establecidos en Ecuador es el Impuesto a la Salida de Divisas (ISD), según menciona el Banco Pichincha (2022), fue creado y entro en vigor el día 29 de diciembre de 2007 donde las personas naturales, sucesiones indivisas, sociedades privadas, nacionales y extranjeras, bancos del país, empresas Courier entre otros, deben pagar el impuesto por diferentes razones entre las que se encuentran:

- Transferencias internacionales y envío de divisas
- Traslado del dinero al exterior
- Pagos desde el exterior
- Exportación de bienes o servicios

De igual manera, existen algunas excepciones para no pagar este impuesto y la Red SMS Latinoamérica (2015) menciona al respecto que:

Las entidades y organismos del Estado, empresas públicas, organismos internacionales, sus funcionarios extranjeros debidamente acreditados en el país, misiones diplomáticas, oficinas consulares, así como funcionarios extranjeros de estas entidades, no están sujetos al pago del ISD en las transferencias, envíos o traslados que efectúen al exterior.

El actual presidente de la República de Ecuador, Guillermo Lasso Mendoza, emitió el 22 de diciembre de 2021 el decreto ejecutivo No. 298 mediante el cual decretó la reducción progresiva del ISD Impuesto a la salida de divisas vigente en el Ecuador desde al año 2007, y que ha generado del año 2008 a 2020, una recaudación de USD 11.259 millones; por otro lado: entre enero y noviembre del 2021, este impuesto recaudó USD 1.095 millones despuntando sobre meta prevista para este periodo, posicionándose en uno de los impuestos que más contribuye a la recaudación total (Servicio de Rentas Internas [SRI], 2022).

En este sentido El Comercio (2021) indicó que el Impuesto a la Salida de Divisas es un gravamen que se impone en el Ecuador a la transferencia, remesas o traslado de capitales económicos que se remitan al extranjero con una tarifa operativa del 5%. Se lo ejecuta con la imposición a toda transacción efectuada desde el exterior por personas naturales, sociedades ecuatorianas o por exportaciones de bienes o servicios realizadas por personas naturales o sociedades domiciliadas en Ecuador.

El ISD ostenta el tercer lugar como impuesto de más alta recaudación en el país luego del Impuesto al Valor Agregado y el Impuesto a la Renta (Altamirano, 2019). El ISD es un tributo que se creó para la regularización del flujo de capitales, de manera que el capital no fluya de forma desmedida al exterior del país. Esto tiene relación por la falta de

moneda propia que tiene el país por lo que se mantiene la dolarización regulando esta salida excesiva de dinero del territorio nacional (Chusán, 2012).

En este orden de ideas, se menciona que el propósito del Decreto Ejecutivo No 298 emanado por el Gobierno de la República del Ecuador (2021), es el de “reducir progresivamente la tarifa del Impuesto a la Salida de Divisas en un cuarto de punto porcentual (0.25) por trimestre durante el 2022, hasta llegar a una tasa del 4%” (p.2). Todo esto considerando una serie de fechas correspondientes a cada reducción:

- Primera reducción: 01 de enero de 2022
- Segunda reducción: 01 de abril de 2022
- Tercera reducción: 01 de julio de 2022
- Cuarta reducción: 01 de octubre de 2022

El Comercio (2021), indica que 15 días antes de la fecha estipulada para la correspondiente reducción, el Gobierno de la República se encargará de establecer y modificar las respectivas resoluciones, actualizará los formularios para poder aplicar los cálculos que se deben hacer con la nueva reducción.

Sin embargo, este Decreto Ejecutivo ha traído consigo gran discusión debido a que no se puede modificar impuestos vía decreto ejecutivo considerando este proceso inconstitucional. De manera que el objetivo de esta investigación es analizar la inconstitucionalidad del Decreto Ejecutivo No 298 referente a la reducción del Impuesto a la Salida de Divisas. Se aplica una metodología con diseño bibliográfico apoyada en una revisión bibliográfica que permitirá conocer con mayor profundidad las irregularidades de este decreto y la inconstitucionalidad presente en el mismo.

### Metodología

La investigación se realizó bajo un diseño bibliográfico de tipo documental, se realizó una revisión sistematizada de documentos de orden científico, como revistas de investigaciones, tesis de grado, y páginas de organismos nacionales e internacionales emitidos bajo los más estrictos estándares científicos académicos, investigaciones científicas que proporcionan la información necesaria para realizar la documentación del tema. La investigación documental, como herramienta ayuda en la construcción del conocimiento, permitiendo ampliar la información del tema investigativo constituyendo un elemento motivador para la realización de procesos investigativos a futuro (Gómez et al. 2016).

## Resultados y discusión

### *Jerarquía jurídica en el Ecuador*

El Ecuador dispone de una amplia normativa que regula el funcionamiento del Estado. De acuerdo con lo establecido en el Art. 425 de la Constitución de la República aprobada en el año 2008, el orden jerárquico de aplicación de las normas es el siguiente: Constitución; tratados y convenios internacionales; leyes orgánicas; leyes ordinarias; normas regionales y ordenanzas distritales; decretos y reglamentos; ordenanzas; acuerdos y resoluciones; y demás actos y decisiones de los poderes públicos, como se muestra en la figura 1 (Asamblea Nacional, 2008a).

**Figura 1**

*Pirámide de Kelsen de la normativa ecuatoriana*



Fuente: Vázquez (2014)

En base a esta clasificación y nivel jerárquico existente, Taipe (2018) indica que los actos y decisiones se refiere a las disposiciones internas creadas por órganos superiores públicos hacia los organismos inferiores, que generen beneficios para ambos y al país. En cuanto a los acuerdos y resoluciones son aquellas conclusiones que previamente han sido

debatidas como resoluciones administrativas o políticas que permiten establecer procedimientos que deben ser ejecutados y trabajo para lograr lo deseado.

Asimismo, las ordenanzas es una norma jurídica que se encuentra inserto en los reglamentos su principal característica se basa en que está subordinada a la ley. De igual manera, le siguen los decretos y reglamentos que son las reglas o conjunto de reglas que emite una determinada autoridad para una dependencia o corporación (Taipe, 2018).

Seguidamente se menciona que las normas regionales y ordenanzas distritales, son aquellos documentos normalizados y puesto a disposición para el público, las leyes ordinarias son normas jurídicas que si bien no son derivadas de ningún ordenamiento de la constitución se encargan de regular aspectos jurídicos de esta, estas son leyes con alcance federal en toda la república (Taipe, 2018).

En referencia a las leyes orgánicas Taipe (2018), menciona que estas son necesarias para la regulación de los aspectos de la vida social y para que estas sean aprobadas debe hacerse con la mayoría absoluta de los votos. En cuanto a los tratados y convenios internacionales son todos aquellos acuerdos entre países para sus intereses comunes, aprobados por el senado y son leyes supremas en la nación.

Finalmente, la Constitución de Ecuador ultima realizada en 2008 es la norma fundamental de la nación a través de la cual se derivan los límites y las relaciones existentes entre los organismos y poderes del estado, así como también protege los intereses del pueblo y sus derechos.

#### *Incapacidad legal del presidente para modificar impuestos*

La Constitución de la República del Ecuador emanada por la Asamblea Nacional (2008a), establece en su Art. 300 los principios fundamentales que regulan el andamiaje tributario en el país.

El régimen tributario se regirá por los principios de generalidad, progresividad, eficiencia, simplicidad administrativa, irretroactividad, equidad, transparencia y suficiencia recaudatoria. Se priorizarán los impuestos directos y progresivos. La política tributaria promoverá la redistribución y estimulará el empleo, la producción de bienes y servicios, y conductas ecológicas, sociales y económicas responsables. (p.144)

De igual manera la Asamblea Nacional (2008a), en el Art. 301 de la Carta magna se estipula el proceso administrativo y legislativo para la gestión de las iniciativas tributarias de la siguiente manera:

Sólo por iniciativa de la Función Ejecutiva y mediante ley sancionada por la Asamblea Nacional se podrá establecer, modificar, exonerar o extinguir impuestos. Sólo por acto

normativo de órgano competente se podrán establecer, modificar, exonerar y extinguir tasas y contribuciones. (p.144)

De igual manera, en concordancia directa con lo establecido en el Código Tributario emanado por la Asamblea Nacional (2005), se menciona que el presidente constitucional de la república presenta dentro del marco normativo de la Constitución solo la posibilidad de generar iniciativas, pero la última palabra es decir el paso fundamental para configurar una modificación, creación de nuevos impuestos o derogatorias de los mismos, recaen el poder representativo del pueblo establecido en el poder legislativo de la Asamblea Nacional.

Otro ejemplo de incapacidad legal por parte del presidente para modificar impuestos se encuentra reflejado en la Ley para fomento productivo, atracción inversiones generación empleo emanada por la Asamblea Nacional (2018b), en dicha ley publicada durante el mandato del expresidente Lenin Moreno Garcés en su disposición general segunda del artículo 62, menciona que:

El presidente de la República podrá, en base a las condiciones de las finanzas públicas y de balanza de pagos, reducir gradualmente, la tarifa del Impuesto a la Salida de Divisas, previo dictamen favorable del ente rector de las finanzas públicas. (p.42)

Dicha disposición que consta dentro de los considerandos y motivación jurídica del decreto ejecutivo No. 298 como normativa habilitante para pretender otorgar el presidente de la república con una potestad jurídica que no le pertenece. También goza de inconstitucionalidad al tenor de art. 226 de la Constitución de la República que dispone:

Las instituciones del Estado, sus organismos, dependencias, las servidoras o servidores públicos y las personas que actúen en virtud de una potestad estatal ejercerán solamente las competencias y facultades que les sean atribuidas en la Constitución y la ley. Tendrán el deber de coordinar acciones para el cumplimiento de sus fines y hacer efectivo el goce y ejercicio de los derechos reconocidos en la Constitución. (Asamblea nacional, 2008a, p.118)

De todo lo descrito se deriva una de las principales concepciones del derecho público el cual expresa que las personas públicas estatales entre ellas el presidente de la república, sólo pueden hacer aquello que les ha sido particularmente atribuido, con lo que la incompetencia aparecería como la regla general y la competencia la excepción. Lo que se expone en el axioma fundamental del Derecho Administrativo "*quae non sunt permise prohibita intelliguntur lo que no está permitido se entiende que está prohibido*", concerniente al derecho Administrativo, que se exterioriza en el principio de juridicidad (Expansión, 2022).

Al traer a colación la pirámide de Kelsen y el Art. 425 de la constitución, por más que la Ley para Fomento productivo, Atracción inversiones, generación de empleo intente permitir modificar al titular del ejecutivo explícitamente el impuesto a la salida de Divisas ISD, la mencionada ley por ningún concepto puede contravenir lo claramente dispuesto en el Art. 301 de la constitución de la República de Ecuador, por cuanto también se considera inconstitucional.

#### Consideraciones a nivel psicológico - jurídico

Para (Grande, 2021) la Psicología Económica se considera como el análisis de la conducta tributaria y financiera de los seres humanos, estudia las circunstancias que influyen en las decisiones relativas a la economía personal y grupal, considerando de manera particular la afectación subjetiva de los hechos económicos en una población determinada.

En este sentido el análisis de las resoluciones gubernamentales acerca del manejo tributario de un país nos faculta emitir criterios que propendan al replanteamiento de políticas que pudiesen afectar el crecimiento y el buen vivir de los ciudadanos. En la esfera mundial hay prácticas encaminadas a incrementar la eficacia del costo beneficio de las obligaciones tributarias mediante el análisis de las conductas humanas asumiendo al ser humano como un ente social e interrelacionado.

Según (Moreta-Herrera et al., 2018 ) la salud mental es un constructo que agrupa las variantes particulares manifestadas en las emociones, la percepción y demás funciones mentales superiores, determinada en gran parte por la estabilidad que brinda el entorno, teniendo como sustento políticas estatales justas que beneficien a todos en aspectos básicos como la salud, educación, vialidad, trabajo adecuado, etcétera.

Las crisis económicas del país y las políticas de recorte en inversión social repercuten negativamente en la salud psíquica de las personas, ya que se observa un incremento de trastornos psicológicos, suicidios e intentos autolíticos y consumo de sustancias adictivas y psicofármacos.

Cabe mencionar que un determinante significativo del bienestar emocional y la salud psíquica de las personas es el factor económico, estos son afectados de forma directa e indirecta ante los cambios político económicos de una nación.

Las políticas tributarias estatales deberían entonces tomar en consideración la salud mental del colectivo poniendo como prioridad a los grandes grupos poblacionales que son el eje productivo de un país.

## Conclusiones

- Tanto la Ley para Fomento productivo, Atracción inversiones, generación de empleo, así como el decreto ejecutivo No. 298 adolecen de inconstitucionalidad de fondo, menoscaban la jerarquía constitucional de los instrumentos jurídicos vigentes. De la misma manera al encontrarse vigente ambas manifestaciones jurídicas en torno al Impuesto a la salida de divisas mediante el principio jurídico de presunción de legitimidad. Las mencionadas reglamentaciones tributarias violentan la garantía constitucional de seguridad jurídica en deterioro del mandante supremo: el pueblo ecuatoriano.
- A pesar de considerar los intereses de los afectados en la reducción de 1 punto en cuanto al porcentaje de pago del ISD el presidente no tiene la potestad de tomar dicha decisión de forma arbitraria sin haber sido propuesta por el en un principio y aprobada por la Asamblea Nacional o cualquier ente gubernamental que le compete tomar la última decisión.

## Referencias bibliográficas

- Altamirano, E. (2019). *Análisis del impuesto a la salida de divisas como atributo regulador*. Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Quito. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10644/7012>
- Asamblea Nacional. (2005). *Código Tributario*. Quito: Gobierno de Ecuador. Obtenido de <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/C%3%93DIGO%20TRIBUTARIO.pdf>
- Asamblea Nacional. (20 de Octubre de 2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito. Recuperado el 13 de Mayo de 2022, de [https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion\\_de\\_bolsillo.pdf](https://www.asambleanacional.gob.ec/sites/default/files/documents/old/constitucion_de_bolsillo.pdf)
- Asamblea Nacional. (2018). *Ley Orgánica para el fomento productivo, atracción de inversiones, generación de empleo, y estabilidad y equilibrio fiscal*. Republica de Ecuador. Obtenido de [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_Ley-Org%3%A1nica-Fomento-Productivo-Atracci%C3%B3n-Inversiones.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Ley-Org%3%A1nica-Fomento-Productivo-Atracci%C3%B3n-Inversiones.pdf)
- Banco Pichincha. (08 de Abril de 2022). *¿Qué es el ISD y por qué debes pagarlo?* Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <https://www.pichincha.com/portal/blog/post/que-es-isd>
- Chusán, G. (2012). *Impuesto a la salida de divisas y su efecto en la recaudación tributaria. Período 2008-2010*. Tesis previa a la obtención del título de Magister

en Administración Tributaria, Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2748/1/tm4644.pdf>

El Comercio. (22 de Diciembre de 2021). *Lasso Firma decreto que oficializa la reducción progresiva del ISD*. Recuperado el 12 de Mayo de 2022, de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/lasso-decreto-oficializa-reduccion-progresiva-isd.html>

Expansión. (2022). *Quae non sunt permissa prohibita intelliguntur*. Recuperado el 13 de Mayo de 2022

Gobierno de la República del Ecuador. (2021). *Decreto Ejecutivo N° 298*. Recuperado el 12 de Mayo de 2022, de <https://www.comunicacion.gob.ec/decreto-ejecutivo-no-298/>

Gómez, D., Carranza, Y., & Ramos, C. (2016). Revisión documental. Una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. *Revista Chakiñan* , 1, 45-56. Obtenido de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2550-67222017000300046](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2550-67222017000300046)

Grande, P. (2021, 01 01). EXPERIENCIA INTERNACIONAL EN LA APLICACIÓN DE LA PSICOLOGÍA ECONÓMICA para incentivar el cumplimiento voluntario de las obligaciones tributarias. *Revista de Administración Tributaria CIAT/AEAT/IEF*, (47), 29-46. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3784789](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3784789)

Moreta-Herrera, R., López-Calle, C., Gordón-Villalba, P., Ortiz-Ochoa, W., & Gaibor-González, I. (2018). Satisfacción con la vida, bienestar psicológico y social como predictores de la salud mental en ecuatorianos. *Actualidades en Psicología*, 112-126. <https://dx.doi.org/10.15517/ap.v32i124.31989>

Red SMS Latinoamerica. (2015). *ISD impuesto a la salida de divisas*. Recuperado el 15 de Mayo de 2022, de <https://smsecuador.ec/isd-impuesto-a-la-salida-de-divisas/>

Servicio de Rentas Internas, SRI. (2022). *Impuesto a la Salida de Divisas ISD*. Recuperado el 12 de Mayo de 2022, de <https://www.sri.gob.ec/impuesto-a-la-salida-de-divisas-isd>

Taipe, P. (06 de Agosto de 2018). *Sistema Financiero Pirámide de Kelsen*. Recuperado el 12 de Mayo de 2022, de <https://es.scribd.com/document/385585773/Piramide-de-Kelsen>

Tulcanaza, E. (2020). *Análisis del impuesto a la salida de divisas en Ecuador*. Trabajo de grado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/10774/2/02%20IEF%20251%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

Vázquez, D. (2014). *Creación de instrumentos para la mejor actuación de la comisoría ambiental del Gobierno Provincial del Azuay*. Trabajo de graduación previo a la obtención del título de Biólogo del Medio Ambiente, Universidad del Azuay. Obtenido de <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/4237/1/10796.pdf>



El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



## La sociedad de acciones simplificadas, dentro del contexto de contractualización entre cónyuges en el Ecuador

*The simplified stock company "SAS", within the context of contractualization between spouses in Ecuador*

- 1 José Luis Vásconez Fuentes  <https://orcid.org/0000-0003-4851-7335>  
Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.  
[jose.vasconez3308@utc.edu.ec](mailto:jose.vasconez3308@utc.edu.ec)
- 2 Lorena Alexandra Jaramillo Rubio  <https://orcid.org/0000-0002-1448-3475>  
Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, Ecuador.  
[lorena.jaramillo@utc.edu.ec](mailto:lorena.jaramillo@utc.edu.ec)
- 3 Mayra Paola Cortez Ocaña  <https://orcid.org/0000-0002-5731-1323>  
Universidad Tecnológica Israel, Quito Ecuador  
[e1802715787@uisrael.edu.ec](mailto:e1802715787@uisrael.edu.ec)



### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 17/05/2022

Revisado: 26/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 30/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2282>

### Cítese:

Vásconez Fuentes , J. L., Jaramillo Rubio, L. A., & Cortez Ocaña, M. P. (2022). La sociedad de acciones simplificadas, dentro del contexto de contractualización entre cónyuges en el Ecuador. *ConcienciaDigital*, 5(3.1), 375-386. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2282>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

compañía,  
emprendimiento,  
contractualización,  
cónyuges.

**Keywords:**

Societies, company,  
entrepreneurship,  
contracting, spouses.

**Resumen**

**Introducción.** Las SAS son un tipo de compañía mercantil que se constituye por una o varias personas naturales o jurídicas, mediante un trámite simplificado sin costo. Tiene como objetivo impulsar la economía mediante la formalización de los emprendimientos, constituyéndolos en sujetos de crédito y con ello ampliar sus procesos productivos. **Objetivo.** Se pretende abordar acerca de la sociedad de acciones simplificadas “SAS”, dentro del contexto de contractualización entre cónyuges en el Ecuador. **Metodología.** Se aplicó una metodología basada en un diseño bibliográfico de tipo documental. **Resultados.** El consecuente inicio de actividades de las SAS a la reglamentación ecuatoriana desde un ángulo positivo sujeta una herramienta legal en donde los pequeños y medianos empresarios, e incluso los grandes empresarios cuenten con un instrumento que apoyándose en el principio de autonomía de la voluntad consienta las actuaciones en una colectividad estructurada en favor de sus intereses económico, al transcurrir el tiempo se logrará dar un análisis real en relación al beneficio práctico. **Conclusión.** las compañías de acciones simplificadas representan un hito en la contractualización entre cónyuges en el Ecuador, en primer lugar, por la facilidad de constitución adicional y cero costos operativos, paralelamente la flexibilización de las formalidades lo que la hace muy atractiva. Comparablemente la posibilidad de recubrir a los patrimonios familiares con la responsabilidad limitada, se constituye en un factor muy importante a considerar en especial en los precisos momentos en que por efectos de la pandemia COVID-19 la economía nacional se ha visto sumamente afectada y en donde corren grave riesgo de embargos los bienes de participantes en las sociedades conyugales.

**Abstract**

**Introduction.** The SAS are a type of commercial company that is constituted by one or several natural or legal persons, through a simplified procedure at no cost. Its objective is to promote the economy through the formalization of enterprises, constituting them as subjects of credit and thereby expanding their production processes. **Objective.** It is intended to address the simplified stock company "SAS", within the context of

---

contractualization between spouses in Ecuador. Methodology. A methodology based on a documentary-type bibliographic design was applied. Results. The consequent start of activities of the SAS to the Ecuadorian regulation from a positive angle holds a legal tool where small and medium-sized entrepreneurs, and even large entrepreneurs have an instrument that, based on the principle of autonomy of the will, consents to the actions in a community structured in favor of its economic interests, over time it will be possible to give a real analysis in relation to the practical benefit. Conclusion. Simplified share companies represent a milestone in contractualization between spouses in Ecuador, first of all, due to the ease of additional incorporation and zero operating costs, in parallel with the flexibility of formalities, which makes it very attractive. Comparably, the possibility of covering family assets with limited liability is a very important factor to consider, especially at the precise moment when the effects of the COVID-19 pandemic have severely affected the national economy and where the assets of participants in marital partnerships are at serious risk of seizure.

---

## Introducción

La ley orgánica de emprendimiento e innovación emanada por la Asamblea Nacional, (2020) expedida el 28 de febrero del 2020 , fue publicada 16 días antes del decreto No. 1017 en donde se declaró el estado excepción por calamidad sanitaria en todo el territorio nacional, restringiéndose por gran parte al año de ese año, las normales actividades productivas tanto en el ámbito privado como público, motivo por el cual los patrimonios de los ciudadanos han sufrido graves consecuencias derivadas de las medidas administrativas y jurídicas para contrarrestar el presente caso fortuito sanitario de connotación pública (Ministerio de Defensa Nacional, 2020). La ley de apoyo humanitario trajo inmerso el paradigma jurídico de que para precautelar las fuentes de empleo es menester una reducción tacita de los salarios en el sector privado, y según análogo análisis se presentó la idea de que la austeridad en el sector público iniciaba con el ajuste de sueldos para los funcionarios del estado.

Con este antecedente global, los preceptos jurídicos en sector societario y de patrimonios de titularidad de la sociedad conyugal se retoman y se muestra su connotación en el ámbito de la protección de los acervos familiares. La Ley Orgánica de Emprendimiento

e Innovación emanada por la Asamblea Nacional (2020), tiene por esencia instituir un cuadro regulador que estimule y avive los emprendimientos, las innovaciones y los desarrollos tecnológicos, sembrando la culturización para el emprendimiento al implementar evolucionadas estructuras societarias y de fuentes para financiarlas y así fortificar el entorno emprendedor. El perímetro de esta ley se ajusta a todos los parámetros en instancias públicas o privadas, afines con el progreso de los emprendedores y las innovaciones, en el escenario de las distintas especies de actividades productivas pública, privada, de la economía popular y solidaria, mixta, cooperativista, asociativa, artesanal y comunitaria.

Es significativo indicar que las Sociedades de Acciones Simplificadas en la república del Ecuador no están habilitadas jurídicamente para cotizar en el mercado de la bolsa de valores y se componen a diferencia de las demás especies de compañías mediante un instrumento privado que se debe inscribir en el Registro de Sociedades por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2022) que presenta su reciente creación a partir de la expedición de la ley de emprendimiento. Por otro lado, y no menos importante, para la constitución de las SAS no se requiere un monto mínimo de capital.

Esto es soportado por Salgado (2021), donde las SAS no “tienen la exigencia de un mínimo de capital social” y puede constituirse con un mínimo monto de un dólar americano. En cuanto a sus acciones deben ser nominativas así como lo establecen las Compañías Anónimas, con un valor nominal de un dólar americano o múltiplos de este sin que supere la mitad del capital social.

En este sentido cabe mencionar que las SAS es definida según la Guía de Constitución de Sociedades por Acciones Simplificadas emanada por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2021) es:

Un tipo de compañía mercantil que se constituye por una o varias personas naturales o jurídicas, mediante un trámite simplificado sin costo. Tiene como objetivo impulsar la economía mediante la formalización de los emprendimientos, constituyéndolos en sujetos de crédito y con ello ampliar sus procesos productivos. (p.2)

La presente especie de manifestación societaria en el Ecuador no está facultada para ejecutar actividades de captación de dinero o su línea de actividades comerciales no podrá mostrarse afín con los sistemas de intermediación financiera, bursátil, de gestión de seguros u otras actividades que presentan relación con gestión de capitales y un procedimiento específico en la reglamentación ecuatoriana.

De esta manera, en la investigación se pretende abordar acerca de la sociedad de acciones simplificadas “SAS”, dentro del contexto de contractualización entre cónyuges en el

Ecuador, su actuación jurídica, sus limitantes y las leyes que la sustentan. Se aplicó una metodología basada en un diseño bibliográfico de tipo documental.

### **Metodología**

Se aplicó una metodología basada en la revisión de forma detallada de documentación jurídica, artículos científicos indexados en bases de datos de renombre como Scopus, Scielo, Google Scholar se concreta exclusivamente en la recopilación de información de diversas fuentes, con el objeto de organizarla describirla e interpretarla de acuerdo con ciertos procedimientos que garanticen confiabilidad y objetividad en la presentación de los resultados (Palella & Martins, 2010).

En este sentido el diseño de esta investigación es de tipo documental donde se desarrolla a partir de la investigación de trabajos previamente elaborados, es decir parte generalmente de información secundaria Muñoz (2015). Permitiendo analizar y sintetizar la información útil para la investigación.

### **Resultados y discusión**

En el informe especializado *Doing Business* elaborado anualmente por el Banco Mundial (2019), parametriza la agilidad burocrática para concebir negocios en ciento noventa estados del ranking internacional, mediante niveles de accesibilidad jurídica, estudia por ejemplo el tiempo que puede tardar la instalación legal de un nuevo negocio, además, situó en el año 2020 al Ecuador en el lugar 129 de entre 190 países. No obstante, en los actuales tiempos como resultado del empuje constante de la iniciativa privada que ha sumado esfuerzos inagotablemente con la administración pública en la instauración de un mejor hábitat para concebir actividades comerciales en el Ecuador, se han incorporado al marco regulador positivas instituciones y figuras jurídicas encaminadas a impulsar el emprendimiento, entre las más se destacadas se reconocen a, las “SAS” Sociedades Anónimas Simplificadas.

En este sentido, resulta imperativo indicar que la familia núcleo de la sociedad ecuatoriana encuentra en la figura jurídica de la SAS, un medio legal de protección de su patrimonio bajo la clara concepción de la responsabilidad limitada hasta el monto de sus aportes accionarios. De esta manera Noboa & Velez (2020), mencionan que las SAS surgen debido a la rigurosidad existente para constituir sociedades por la cantidad exagerada de requerimientos, y el fin principal de estas sociedades es la de que exista una formalización de las empresas ya existentes, sin embargo existe el temor de que la creación de estas sociedades sirva como un “paso para actividades irregulares y para contrarrestar este aspecto las sociedades están sometidas a los organismos de control”.

Lo estipulado en el artículo 179 del Código Civil ecuatoriano establecido por el Congreso Nacional de Ecuador (2005), celebra el vínculo matrimonial ejecutado acorde a las leyes

nacionales donde se genera sociedad conyugal de patrimonio mancomunado entre los contrayentes; en tanto el Artículo. 153 del mismo cuerpo legal se confirma que, a falta de estipulación escrita se comprenderá implícitamente, que, por la mera firma del contrato de matrimonio, se genera juicemente la existencia de la sociedad conyugal.

El consorcio marital resulta una especie de asociación, es decir, una mancomunidad patrimonial *sui generis* que se recubre de específicas particularidades, tanto por el régimen administrativo, como por forma de inclusión de los bienes, obligaciones y las afectaciones con terceras personas, por lo que operativamente se disponen de ordenaciones igualmente específicas.

Del conjunto de reglamentaciones específicas que regulan la sociedad conyugal compuesta entre cónyuges, por motivo del contrato matrimonial, en la legislación ecuatoriana se encuentra determinada en el artículo. 218 del Código Civil en donde se establece que los consortes no están habilitados para la celebración de contratos entre sí a parte de los de mandato, gestión administrativa de la sociedad conyugal y capitulaciones durante el contrato o prematrimoniales (Congreso Nacional de Ecuador, 2005). Esta limitante legal que prohíbe la contractualización entre cónyuges se halla confirmada en el artículo 1735 del mismo Código Civil al sustentar como de nulidad el contrato de compra venta entre miembros de la sociedad conyugal.

Por otro lado, la Ley de Compañías (Congreso Nacional de Ecuador, 2017), en su artículo 99, conserva el impedimento para los cónyuges al momento de generar la constitución de las compañías de responsabilidad limitada. En tanto, en el artículo 145 de la misma ley, aunque no enuncia de manera concreta en el ámbito de las compañías anónimas, dispone que para participar en la formación de sociedades anónimas no podrán intervenir entre contrayentes de la unión matrimonial.

En el escenario descrito, bajo tal representación jurídica la inobservancia de dicha disposición legal originaría la nulidad del contractual. Tal efecto de nulidad, bajo el criterio de ciertos tratadistas se presenta como relativo, pues se reconoce como ateniende a la naturaleza jurídica de las partes intervinientes; y por otra arista, se la conceptualiza como absoluta, en tanto que conlleva transgresión a las prohibiciones que la ley civil y societaria ha impuesto y ha colocado a ciertos intervinientes en la ejecución de ciertos actos jurídicos.

Lo antes mencionado, resulta violentatorio a la libertad de asociación, garantía que se encuentra establecida claramente en el artículo 78 de la Constitución de la República del Ecuador emanada por la Asamblea Nacional (2008), en tanto las leyes infra constitucionales como el código civil y la ley de compañías no permitan la asociatividad de los cónyuges en el contrato de constitución de las sociedades.

Considerando que la sociedad conyugal presenta una unidad de acervos y patrimonios entre los cónyuges, el contexto de la prohibición debería tomar un rumbo operativo distinto, al establecer obligatorio la intervención de los dos cónyuges en la conformación de la sociedades, en lugar de trastocar la garantía constitucional de la libre asociación se debe evitar o limitar la intervención inicial al cónyuge que no ha sido nombrado administrador de la sociedad conyugal al momento de la celebración del contrato matrimonial.

En cuanto al ámbito de acción de la Ley de emprendimiento y al marco regulatorio de las sociedades de acciones simplificadas, la sociedad conyugal presenta una noble posibilidad de precautelar su patrimonio común mediante la figura de la responsabilidad limitada. Es decir, en el caso que una pareja de esposos genere una SAS para la administración de su actividad productiva y titularidad de sus bienes, diríamos que estos se encuentran resguardados ante la posibilidad de reclamaciones de responsabilidad civil y penal solamente hasta el monto de sus aportaciones. Peculiaridad jurídica que antaño en el Ecuador está reservada para las compañías limitadas y que operativamente no estaba disponible para los miembros de sociedad conyugal en primer lugar por la ya mencionada prohibición contractual entre cónyuges y segundo por las disposiciones de la ley de compañías en donde para generar una sociedad de esta naturaleza se requiere mínimo dos socios y en ningún caso de forma inicial pueden comparecer los dos consortes.

Empero la responsabilidad limitada también estuvo disponible para el ciudadano ecuatoriano mediante la Ley de empresas unipersonales de responsabilidad limitada promulgada en enero (Congreso Nacional del Ecuador, 2006). En este contexto de igual manera el beneficio jurídico de la responsabilidad limitada escapaba de las posibilidades jurídicas de las partes intervinientes en la sociedad conyugal, hecho que actualmente en la legislación de las SAS claramente se presenta como una positiva evolución de las empresas unipersonales de responsabilidad limitada, dándole mayor cobertura jurídica a los cónyuges, y a la vez haciendo honor a su denominación, resta muchas estaciones de rigor en el proceso de formación constitutiva de las misma, evitando gastos notariales lo que de primera mano coloca a las SAS en un sitio de preponderancia en relación a las especies societarias clásicas.

Por otro lado, permite claramente la constitución, iniciar con uno de los cónyuges en calidad de promotor el cual representara a la sociedad conyugal, con cuya actuación si bien goza de la cobertura jurídica de esta especie societaria, paralelamente queda latente la posibilidad de inclusión del otro cónyuge al cuadro de integración de capital en la ejecución del primer aumento de capital. Digamos que de esta manera la legislación ecuatoriana ha flexibilizado para bien la normativa societaria y concomitantemente ha propiciado un escenario más beneficioso para la gestión de los patrimonios pertenecientes a la sociedad conyugal.

En Ecuador la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros (2020), mediante su Resolución No. SCVS-INC-DNCN-2020-0015 expedida en el suplemento del Registro Oficial del 25 de septiembre del 2020, emitió el Reglamento operativo para las Sociedades S.A.S. además, manera complementaria, se instituyeron ciertas modificaciones y puntualidades en la Ley de Modernización a la Ley de Compañías, decretada en el Tercer Suplemento del Registro Oficial número 347 de 10 de diciembre del dos mil veinte.

De esta manera, el consecuente inicio de actividades de las “S.A.S.” a la reglamentación ecuatoriana desde un ángulo positivo sujeta una herramienta legal en donde los pequeños y medianos empresarios, e incluso los grandes empresarios cuenten con un instrumento que apoyándose en el principio de autonomía de la voluntad consienta las actuaciones en una colectividad estructurada en favor de sus intereses económico, al transcurrir el tiempo se logrará dar un análisis real en relación a la beneficio práctico.

#### *Sociedades de capitales con responsabilidad limitada, en torno a la sociedad conyugal*

Con tales referencias cabe señalar que, en consonancia a la ley de emprendimiento establecida por la Asamblea Nacional (2020), a las S.A.S. se contextualiza como las compañías de capital y sus asociados responderán de forma limitada hasta por el valor total de sus contribuciones como lo marca el segundo artículo innumerado, de modo similar a las Sociedades Anónimas, salvaguardando el caso hipotético de que se renuncie de manera expresa y por escrito. En donde resulta muy controversial la existencia de algún ciudadano que conciba renunciar a tal importante derecho, no se consigue comprender claramente la motivación por la que el legislador lo haya previsto en la Ley. Precisamente porque tal característica jurídica representa la posibilidad de precautelar los patrimonios pertenecientes a la sociedad conyugal con la responsabilidad limitada.

De igual manera, se considera necesario indicar que, cuando cualquier ciudadano o sociedad conyugal maneje una S.A.S en simulación, estafa o fraude en menoscabo de terceras personas, los asociados y administrativos que lo hubiesen ejecutado, con la participación o facilitación de tales actos serán responsables solidarios por los deberes originados en razón de los detrimentos ocasionados. Amparados en lo que establece la disposición Transitoria Tercera de la Ley de Compañías emanada por el Congreso Nacional de Ecuador (2017), es decir por declaración judicial, ejecutada por ejercicio alternativo iniciado para tal efecto o a su vez en proceso judicial por colusión.

Otro punto jurídico de relevancia se lo encuentra en la posibilidad de duración de la SAS a favor de la sociedad conyugal con una duración ilimitada o indeterminada, lo que diferencia a esta institución jurídica de las demás sociedades clásicas.

### Implicaciones psicológicas

De acuerdo a (Coelho y Ferreira-Valente, 2016 ) la adhesión de recursos económicos sean estos dineros, capitales, bienes y otros, a nivel legal como práctico , ha constituido un tema de vital importancia dentro de un matrimonio en diferentes geografías y culturas.

Varios autores han considerado la tendencia de los matrimonios en occidente en dar tanta importancia al amor y el vínculo emocional cuanto al fundamento económico en función de la pareja, puesto que una sociedad conyugal implica metas de carácter psíquico, relacional y económicas .

Los esposos son individuos con particularidades propias que a la vez forman juntos una sociedad que aporta de múltiples maneras al Estado. En los últimos años se han observado cambios significativos en Ecuador respecto a los logros laborales y educativos de las mujeres, lo cual implica mayor aportación a la relación con sus parejas.

### El dinero en el matrimonio

Para (Ripoll-Nuñez y Martínez-Arrieta, 2012) la manera en que un matrimonio emplea los recursos económicos nos dan información sobre asuntos relevantes en la dinámica relacional.

A lo largo de la historia el objetivo de los matrimonios fue el de precautelar los intereses económicos de las familias, teniendo un tinte patriarcal en cuanto a la forma de la administración monetaria. A medida que las sociedades han ido evolucionando , los matrimonios consideran otros aspectos fundamentales a la hora de vincularse, temas como la compañía , el apoyo mutuo son puntos importantes a considerar, mientras que el manejo de fondos comunes se vuelven predominantes para la administración de los recursos familiares.

En el campo de la terapia de pareja y en la investigación sobre dinámicas de las relaciones, se ha indagado que la administración del dinero es una de las áreas de funcionamiento matrimonial que se relaciona directamente con la distribución del poder, siendo recomendable que las sociedades conyugales compartan las obligaciones, los derechos y deberes sobre el manejo económico familiar de forma legal y garantizada por el Estado, mismo que brinde facilidades legales que permitan una asociación legítima que beneficie la sustentabilidad y el crecimiento económico de los cónyuges.

### Conclusiones

- Como conclusión de puede expresar las compañías de acciones simplificadas representan un hito en la contractualización entre cónyuges en el Ecuador, en primer lugar, por la facilidad de constitución adicional y cero costos operativos, paralelamente la flexibilización de las formalidades lo que la hace muy atractiva. Comparablemente la posibilidad de recubrir a los patrimonios familiares con la responsabilidad limitada, se constituye en un factor muy importante a considerar

en especial en los precisos momentos en que por efectos de la pandemia COVID-19 la economía nacional se ha visto sumamente afectada y en donde corren grave riesgo de embargos los bienes de participantes en las sociedades conyugales.

### Referencias bibliográficas

- Asamblea Nacional. (20 de Octubre de 2008). *Constitución de la República del Ecuador*.  
[https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Asamblea Nacional. (2020). *Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación*. Quito: Fielweb. doi:[https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-03/Documento\\_LEY-ORGANICA-EMPREDIMIENTO-INNOVACION.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2020-03/Documento_LEY-ORGANICA-EMPREDIMIENTO-INNOVACION.pdf)
- Banco Mundial. (24 de Octubre de 2019). *Informe Doing Business 2020: mantener el ritmo de las reformas para mejorar el clima de negocios*.  
<https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/10/24/doing-business-2020-sustaining-the-pace-of-reforms>
- Coelho, L., & Ferreira-Valente, A. (2016). Dinero y matrimonio: elecciones de pareja y sus predictores. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, (156), 21-39.  
<http://www.jstor.org/stable/24898010>
- Congreso Nacional de Ecuador. (26 de Enero de 2006). *Ley de empresas unipersonales de responsabilidad limitada*.  
<https://www.audifirm.com/uploads/documento/16.3.%20LEY%20DE%20EMPRESAS%20UNIPERSONALES%20DE%20RESPONSABILIDAD%20LIMITADA.pdf>
- Congreso Nacional de Ecuador. (10 de Mayo de 2005). *Código Civil*.  
[https://www.registrocivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Codificacion\\_del\\_Codigo\\_Civil.pdf](https://www.registrocivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/05/Codificacion_del_Codigo_Civil.pdf)
- Congreso Nacional de Ecuador. (29 de Diciembre de 2017). *Ley de Compañías*.  
[https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/uploads/2018/02/ley\\_de\\_companias.pdf](https://portal.compraspublicas.gob.ec/sercop/wp-content/uploads/2018/02/ley_de_companias.pdf)
- Ministerio de Defensa Nacional. (16 de Marzo de 2020). *Decreto N° 1017*.  
[https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Decreto\\_presidencial\\_No\\_1017\\_17-Marzo-2020.pdf](https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/03/Decreto_presidencial_No_1017_17-Marzo-2020.pdf)
- Muñoz, C. (2015). *Metodología de la investigación*. México: Oxford University Press México S.a.

- Noboa, G., & Velez, M. (2020). *Las Sociedades por Acciones Simplificadas (SAS) y las sociedades de beneficio de interés colectivo (BIC), de acuerdo con la Ley Orgánica de Emprendimiento e Innovación*. Noboa, Peña & Torres Abogados Ecuador. <https://www.legalecuador.com/wp-content/uploads/2020/05/legalecuador-npt-articulo-5.pdf>
- Parella, S., & Martins, F. (2010). *Metodología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas, Venezuela: FEDUPEL, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Ripoll-Nuñez, K., & Martínez-Arrieta, K. (2012). Cuentas conjuntas o separadas: Administración del dinero en familias de primera unión y reconstituidas. SUMMA PSICOLÓGICA UST, 9(2), 43-55. <file:///home/chronos/u-91727b76c5a9dda8bf56c11b1031f444f338d65a/MyFiles/Downloads/Dialnet-CuentasConjuntasOSeparadasAdministracionDelDineroE-4114127.pdf>
- Salgado, R. (25 de Febrero de 2021). *Sociedad por Acciones Simplificada*. <https://derechoecuador.com/sociedad-por-acciones-simplificada-ii/>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (25 de Septiembre de 2020). *Resolución N° SCVS-INC-DNCDN-2020-0015*. <https://www.registroficial.gob.ec/index.php/publicaciones/monthlyarchive/09/2020/limit,limit,5?start=25>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2021). *Guía de Constitución de Sociedades por Acciones Simplificadas*. Banco Mundial. <https://portal.supercias.gob.ec/images/SAS.pdf>
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. (2022). *Registro de sociedades de interés público*. <https://www.gob.ec/scvs/tramites/registro-sociedades-interes-publico>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones



## Problemas de la geología económica en proyectos mineros

*Problems of economic geology in mining projects*

- <sup>1</sup> Lissette Fernanda Alvarado Barrera  <https://orcid.org/0000-0003-2957-9354>  
Universidad Ecotec, Guayaquil, Ecuador.  
[lalvaradob@ecotec.edu.ec](mailto:lalvaradob@ecotec.edu.ec)
- <sup>2</sup> Ricardo Andrés Sánchez Carrillo  <https://orcid.org/0000-0002-2150-1598>  
Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.  
[ricardo.sanchezca@ug.edu.ec](mailto:ricardo.sanchezca@ug.edu.ec)
- <sup>3</sup> Renato Estuardo Paredes Cruz  <https://orcid.org/0000-0003-1100-8596>  
Universidad Estatal de Bolívar, Guaranda, Ecuador.  
[rparedes@ueb.edu.ec](mailto:rparedes@ueb.edu.ec)

---

### Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 18/05/2022

Revisado: 27/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 30/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2283>

---

Cítese:

Alvarado Barrera, L. F., Sánchez Carrillo, R. A., & Paredes Cruz, R. E. (2022). Problemas de la geología económica en proyectos mineros . ConcienciaDigital, 5(3.1), 387-405. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2283>



**CONCIENCIA DIGITAL**, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

---

**Palabras claves:**

Geología  
económica,  
minería,  
proyectos,  
capacitación.

**Resumen**

La geología económica debe relacionar todo el potencial minero a través de actuales y nuevos estudios, realizados por institutos nacionales, y ubicar estos en los mercados internacionales para de esta forma lograr apalancar la economía, donde este año se espera un continuo avance en el aporte del PIB de 1,5 % a 4%, solo con el desarrollo minero. En los últimos años la minería artesanal y la pequeña y mediana minería han aportado significativamente a la economía del estado. A partir del 2019, los megaproyectos entran con una mayor organización y por lo cual con mayor aporte financiero, teniendo un impacto positivo en el desarrollo del Ecuador. Sin embargo, tiene una serie de debilidades que deben ser solventadas en el tiempo, los cuales son: la falta de conocimientos en las escalas de producción de las industrias, la falta de pertenencia de los proyectos e instituciones públicas, la falta de integración desde la exploración, minería, beneficio y comercialización y la falta de organización estratégica de los promotores, la cual debe ser consideradas para lograr la sostenibilidad de los diferentes proyectos. Existen una serie de proyectos de gran minería que han sido concretados a través de alianzas del gobierno ecuatoriano con países de gran desarrollo minero, muchos de ellos ya en etapa de ejecución, otros en exploración. En ejecución se encuentran los llamados Fruta del Norte y Mirador, en el sur del país, para el 2023 entrarían en explotación los proyectos Loma Larga, Curipamba y La Plata, mientras que para el 2025 se espera en inicio del proyecto Cascabel. Estos proyectos requieren la formación de personal en el área de geología, minas y metalúrgica, que permitan afrontar con personal capacitado dichos proyectos.

**Keywords:**

Economic  
geology, mining,  
projects, training

**Abstract**

Economic geology must relate all the mining potential through current and new studies, carried out by national institutes, and locate these in international markets in order to leverage the economy, where this year a continuous advance is expected in the contribution of the GDP from 1.5% to 4%, only with mining development. In recent years, artisanal mining and small and medium mining have contributed significantly to the economy of the state. As of 2019, the mega projects enter with a greater organization and therefore with a greater financial contribution, having a positive impact on the development of Ecuador. However, it has a series of weaknesses that

---

must be solved over time, which are: the lack of knowledge in the production scales of the industries, the lack of ownership of the projects and public institutions, the lack of integration from the exploration, mining, benefit and commercialization and the lack of strategic organization of the promoters, which must be considered to achieve the sustainability of the different projects. There are a series of large mining projects that have been carried out through alliances between the Ecuadorian government and countries with large mining development, many of them already in the execution stage, others in exploration. In execution are the so-called Fruta del Norte and Mirador, in the south of the country, by 2023 the Loma Larga, Curipamba and La Plata projects would come into operation, while by 2025 the Cascabel project is expected to start. These projects require the training of personnel in the area of geology, mining and metallurgical, which allow them to face such projects with trained personnel.

---

## Introducción

La geología económica debe relacionar los beneficios que conlleva la explotación de diferentes minerales presente en el territorio nacional. En el Ecuador se ha llegado en los últimos años a una etapa donde proyectos mineros de alta producción, denominados megaminería, entre los que se encuentra “Fruta del Norte” y “Mirador”, generando destacados impactos económicos.

El impacto económico que implica el iniciar la explotación de los principales yacimientos minerales metálicos de El Domo, Fruta Del Norte, Loma Larga y Mirador en Ecuador. Además, estima el potencial de la industria minera en Ecuador sobre la base de la información certificada de los informes técnicos NI 43-101. En territorio ecuatoriano, Los Andes poseen condiciones geológicas favorables para la formación de depósitos minerales metálicos de clase mundial (Venegas, 2017).

Es importante definir bien el tamaño del proyecto donde se realiza el estudio de geología económica para de esta forma lograr coincidir el modelo de la ingeniería económica planteado con la realidad, para lo cual es importante tener una definición de las metas que se quieren alcanzar con el desarrollo minero:

Bajo el régimen jurídico vigente existen tres categorías para la explotación de yacimientos minerales: Operaciones mineras de pequeña escala, hasta 300 toneladas / día en

operaciones subterráneas; Operaciones mineras de mediana escala, hasta 1.000 ton / día en operaciones subterráneas y hasta 2000 ton / día en operaciones a cielo abierto, y Operaciones mineras de gran escala, con una producción superior a los límites establecidos en los ya mencionados (Venegas, 2017).

En la actualidad existen instituciones encargadas de realizar todo el estudio relacionado con la geología presente en el país.

En la actualidad el Instituto Nacional de Investigación Geológico-Minero-Metalúrgico (INIGEMM) tiene como competencia generar, sistematizar, focalizar y administrar la información geológica en todo el territorio nacional, para promover el desarrollo sostenible y sustentable de los recursos minerales y prevenir la Incidencia de las amenazas geológicas y aquellas ocasionadas por el hombre en apoyo al Ordenamiento Territorial. (Rea Toaparta, 2017)

De esta forma, con la información por parte del Instituto Nacional de Investigación Geológico-Minero-Metalúrgico (INIGEMM), los modelos de geología económica pueden tener la información más confiable que garanticen cubrir las expectativas planteadas con los planes de explotación.

La política minera de una nación define el rango de acción de los trabajos a realizar; así de esta manera, desde 2009 existe una ley vigente que permite los diferentes niveles de minería incluyendo la minería artesanal y la pequeña minería. Para lo cual las consideraciones de geología minera deben adecuarse a cada caso. La Ley de Minería, vigente desde enero de 2009, estableció una nueva institucionalidad, conformada por: Ministerio Sectorial (Ministerio de Recursos Naturales No Renovables), considerando La Minería Artesanal y La pequeña Minería (Rea Toaparta, 2017).

La geología económica es la entrada al proyecto minero detallado, siendo la encargada de mostrar la relación entre los recursos mineros existentes en una zona con la recuperación de la inversión del proyecto. La geología económica debe considerar las etapas del proyecto; exploración, explotación, extracción, recuperación minera, comercialización. Construyendo así un modelo que hace atractivo la inversión en el rubro al cual se refiere. La construcción de un modelo de geología económica que se alejan de la realidad puede generar falsas expectativas, alejar la inversión de proyectos rentables. El desconocimiento de las condiciones sociales, políticas y ambientales pueden disminuir la eficiencia del modelo, como también el conocimiento de las tecnologías disponibles para el proyecto que proporcione la eficiencia del proceso esperadas por el modelo de geología económica. El resultado del modelo de geología económica debe contar con las siguientes variables:

Resultados económicos depósito Mirador – Flujo de caja acumulado después de impuestos US\$ 755.432.674,00 – Periodo de recuperación de la inversión 4 años – Tasa Interna de Retorno IRR es de 17.7% – Valor Neto Presente NPV (con tasa de descuento 8%) US\$ 265,000,000.00 – Beneficio Acumulado para el Estado Ecuatoriano (17 años vida de la mina) US\$ 612.792.800,00. (Venegas, 2017)

Es importante considerar el tamaño del proyecto a que se refiere el estudio, diferenciando que existen los niveles artesanales e industriales en la minería. La minería artesanal es la que se efectúa mediante trabajo individual, familiar o asociativo de quien realiza actividades mineras autorizadas por el Estado; se caracteriza por la utilización de herramientas, máquinas simples y portátiles destinadas a la obtención de minerales. La venta de éstos sólo permite cubrir las necesidades básicas de la persona o del grupo familiar que las realice, y que no hayan requerido una inversión superior a las 150 remuneraciones básicas unificadas (Rea Toaparta, 2017).

La integración de la geología económica con otras especialidades como la ingeniería mina y la ingeniería metalúrgica es básica para la construcción de un modelo más objetivo y cercano a la realidad futura de los proyectos. Que tenga un apoyo multidisciplinario que contribuya al logro de las metas.

En el aspecto social y ambiental los proyectos pueden alejarse del modelo ya que el comportamiento de ambos depende de las organizaciones sociales de la zona y si bien la minería tiene un impacto económico existe un impacto ambiental que debe ser equilibrado.

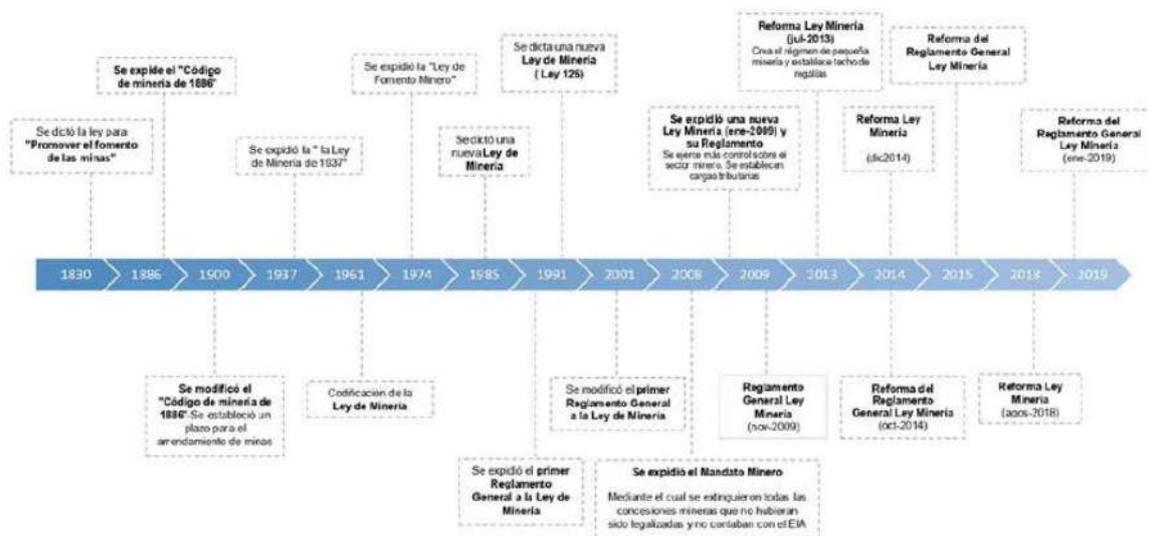
La planta de procesamiento del proyecto tiene la capacidad de procesar 20 millones de toneladas de material por año, el 98% de este material comprende desechos como lodo y aguas tóxicas, que serán almacenados en dos relaveras sostenidas por represas de tierras 43, una ubicada en el valle del Quimi que tiene la capacidad de almacenar los desechos producidos en los primeros cuatro años del proyecto y la otra ubicada en el valle Tundayme, que es la más grande del proyecto, pues tiene la capacidad de almacenar 573 mil toneladas de desechos y ocupa un área de 7,3 km<sup>2</sup> ; la construcción de esta relavera implica el desvío del curso natural del río Tundayme por un túnel de 4,5 km que desembocará en el río Machintza (Aucancela, 2019).

Las regulaciones jurídicas en Ecuador han cambiado a través del tiempo como lo podemos observar en la figura que muestran las regulaciones en del tiempo comenzando en siglos pasados recién saliendo de la etapa colonial, todas ellas han buscado que la minería aporte de manera directa al desarrollo económico del estado. Es muy frecuente culpar a los gobiernos de turnos la emisión de un decreto para el control de la minería, pero es algo

que siempre tendrá similares comportamientos, ya que el territorio nacional es quien tiene los recursos que son los que pueden aportar el desarrollo económico de un país. Pero al existir cambios de gobiernos, estos recursos en muchos casos deben cambiar de dueños, lo que generan roces entre los antiguos y nuevos dueños. En muchos casos, se van asignando concesiones a personas que no tienen la capacidad de desarrollar proyectos, generando terrenos con potenciales mineros pero estancados en el tiempo, mientras no existan cambios en las regulaciones del territorio.

Figura 1

Regulaciones de mineras de Ecuador a través del tiempo



Fuente: Morejón (2012), Sandoval (2001), Aillon-Vascones (2016, citado por Estupiñán, (2021)

En el año 2012 se indicaba la necesidad de incrementar el número de graduados de las carreras de ingeniería de minas y geología para satisfacer una futura demanda esperada del sector minero, y fueron altas las expectativas que algunas universidades reabrieron las carreras de ingeniería de minas ante las expectativas esperadas, muchas de estas universidades tuvieron estas carreras cerradas por la baja cantidad de estudiantes que tenían, lo cual representaba un costo elevado para las universidades (Estupiñán, 2021).

La formación de personal capacitado que atienda las necesidades de las empresas en todas las escalas de producción requeridas es de gran importancia, para lograr tecnificar con conocimiento de causa la minería del Ecuador.

Metodología

La investigación se basó en un diseño bibliográfico de tipo documental. La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de Información de diversas

fuentes, con el objeto de organizarla describirla e interpretarla de acuerdo con ciertos procedimientos que garanticen confiabilidad y objetividad en la presentación de los resultados (Palella & Martins, 2010). Para lograr este propósito se utilizó herramientas como textos, documentos y artículos científicos publicados disponibles en la web.

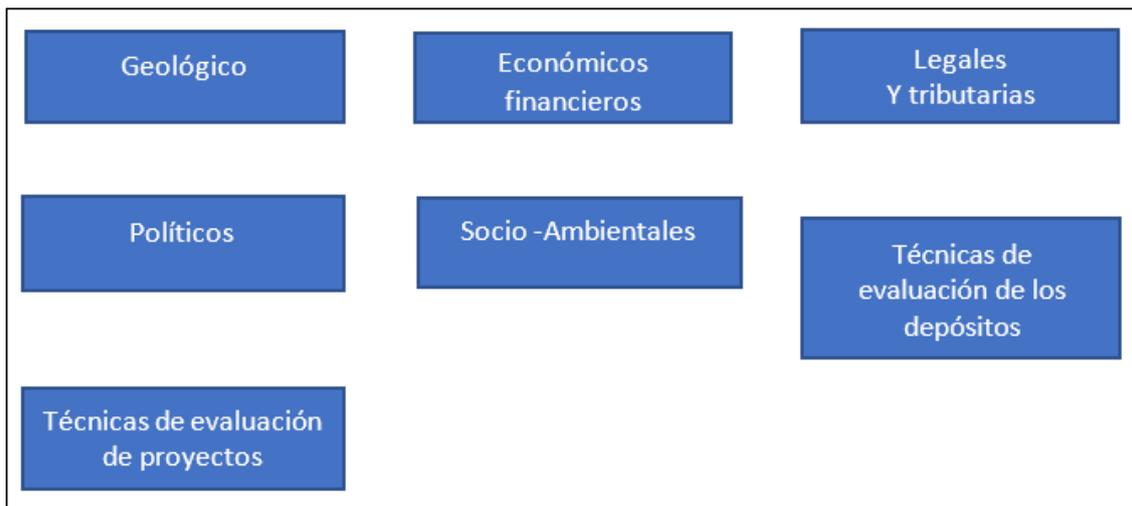
### Resultados

El desarrollo minero del Ecuador ha sido realizado con él objetivo de lograr impactar la economía con legislaciones y marcos jurídico desde el año 2009; para 2022 dos proyectos Fruta del Norte y Mirador, al sur del país ya comienzan a dar sus frutos, se espera para el 2023 Loma Larga, Curipamba y La Plata, y para el 2025 Cascabel, etc. La geología económica muestra los pasos para evaluar las operaciones mineras de gran escala.

Las técnicas de análisis pueden agruparse en geológicas - mineras, económicas - financieras, legales, políticas y socio - ambientales; las mismas que son parte integral de la evaluación de los proyectos (ver Figura 2). Del mismo modo, existen: Técnicas de evaluación de los depósitos; Estudios: Conceptual, pre-factibilidad y factibilidad de los proyectos; Fuentes de financiamiento; y, Aplicación de herramienta tecnológica (FIGEMPA, 2017).

Figura 2

*Tópicos a considerar en todo análisis de geología económica*



Fuente: (Autor, 2022)

En la minería de gran escala todos estos aspectos son cubiertos, pero en los desarrollos de pequeña y mediana minería industrializada es donde se presenta mucha deficiencia. Debido a que estos tópicos son cubiertos a medias, con poca inversión o restando importancia en tópicos que son vitales en la vida del proyecto. La minería artesanal

también existente en este espectro de empresas carece de una geología económica. En todos los tamaños de empresa (nivel industrial) pequeña, mediana o grande según su producción, la geología económica debe predecir de forma similar sus modelos que permitan aproximarse a los de la gran minería.

Los resultados económicos del depósito Fruto del Norte son los siguientes:

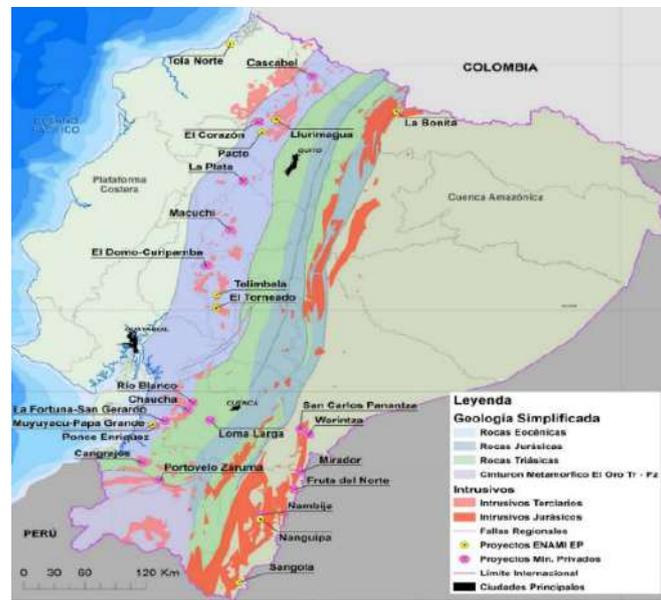
- Flujo de caja acumulado después de impuestos US\$ 1,450,000,000.00 • Periodo de recuperación de la inversión 4.5 años • Tasa Interna de Retorno IRR, es de 15.7% Valor Neto Presente NPV (con tasa de descuento 5%), US\$ 676,000,000.00 • Impuesto acumulado para el Estado Ecuatoriano (13 años vida de la mina) US\$ 914,000,000.00 Beneficios para el Ecuador El Estudio de Factibilidad confirma que FDN proporcionará beneficios considerables a Ecuador, a nivel local, provincial y nacional. • Durante la construcción la empresa empleará a 2040 personas (1370 empleos directos y 670 empleos de los contratistas) y durante la operación la empresa empleará 800 personas (70% obreros y operadores, y 30% especialistas, técnicos y administradores). • Mejora de la infraestructura local y regional. • Continuación de los programas de inversión en la comunidad, desarrollo de pequeñas empresas y el apoyo del desarrollo cultural existente; y • Sobre la base de un precio del oro de US\$ 1,250/ 12 onza, se prevé que el proyecto generará impuestos para el gobierno de US\$ 914 millones, por concepto de regalías, IR, Utilidades e IVA, durante la vida de la mina • Regalías anticipadas por US\$ 65,000,000.00 (FIGEMPA, 2017).

De la misma forma, se determina los resultados económicos del depósito Mirador, los cuales son los siguientes:

- Flujo de caja acumulado después de impuestos US\$ 755.432.674,00 – Periodo de recuperación de la inversión 4 años – Tasa Interna de Retorno IRR es de 17.7% – Valor Neto Presente NPV (con tasa de descuento 8%) US\$ 265,000,000.00 – Benéfico Acumulado para el Estado Ecuatoriano (17 años vida de la mina) US\$ 612.792.800,00 (FIGEMPA, 2017).

**Figura 3**

*Mapa de Ubicación de Proyectos Mineros Metlicos en el Ecuador*



**Fuente:** INIGEMM (citado por Estupiñan, 2021)

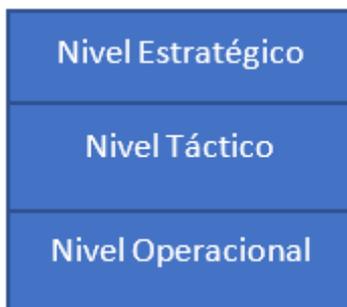
El catastro minero no es abierto, como lo es en países mineros, donde prevalece el derecho de quien primero lo solicita. Para concesionar un área minera en Ecuador es necesario un remate o subasta pública, donde la Empresa Nacional Minera ENAMI EP, tiene la primera opci3n, si ella está interesada, lo que no hace atractivo a la inversi3n de empresas mineras privadas en el Ecuador (FIGEMPA, 2017).

El personal más especializado viene contratado por estas empresas mineras privadas internacionales, encargándose de los megaproyectos, manejando todos los aspectos necesarios para cumplir con todas las metas. La falta de integraci3n de las diferentes disciplinas en la minería es parte de la carencia en estos proyectos y la geología econ3mica necesita de la integraci3n de las diferentes disciplinas para controlar el recurso mineral desde el yacimiento hasta la comercializaci3n.

Existe diferencia en el desarrollo de los proyectos impulsados por empresas mineras privadas y las empresas nacionales minera ENAMI EP, pudiendo ser esto causado por la direcci3n estratégicas de las organizaciones. Los niveles de una organizaci3n de detallan en la Figura 4.

#### Figura 4

##### *Organización de Empresas Minera*



**Fuente:** (Autor, 2022)

En este sentido, se encuentran organizaciones donde el nivel estratégico desconoce las diferentes escalas de las industrias según su producción, pretender montar plantas mineras sin garantía de materia prima, deficiente correspondencia de la tecnología con el tenor disponible en el territorio, todo esto es parte de los problemas que se presentan en la geología minera.

Es necesario la construcción de escenarios para tomar en consideración todos los aspectos arriba mencionados necesarios para el desarrollo minero, de esta manera los modelos de geología económica se acercarán más a la realidad. Para la construcción de los escenarios se utiliza como referencia el análisis y evaluación de los componentes económico, social, ambiental, político institucional y tecnológico, y los efectos que las tendencias (mayor preocupación por la preservación del medioambiente, incremento en las exigencias de redistribución de la renta minera y reparación de daños, incremento en la demanda de minerales e incremento en los costos de la actividad minera) podrían tener sobre dichos componentes. (Aucancela, 2019)

El desarrollo alcanzado por Ecuador y las perspectivas futuras de desarrollo son una referencia clara de los modelos de geología económica aplicados a los megaproyectos. Quito prevé que la minería aporte el 4% al PIB nacional en el 2021 frente al 1,6% actual (Equivalente a US\$ 1,760 millones) (Gestion, 2021). Asimismo, en enero-junio, las exportaciones mineras sumaron US\$705 millones y hasta finales del año treparían a US\$1.600 millones, lo que implicara un crecimiento de 74% frente al año pasado (Bnamerica, 2021)

Luego de cumplir con los periodos de exploración inicial y avanzada, así como la evaluación económica del yacimiento, los proyectos La Plata

(Cotopaxi), Loma Larga (Azuay), Curipamba (Bolívar) y Cascabel (Imbabura) se convertirán en minas para producir y exportar minerales metálicos. (SWI, 2021)

Es de lograr mejorar las consideraciones de geología económica en los proyectos mineros públicos que no necesariamente es por falta de herramientas, en muchos casos es la organización, en estos casos las instituciones públicas que impiden un desempeño estratégico de la organización, en gran parte por el sentido de pertenencia de estos proyectos, no ocurre con los desarrollados por los aliados extranjeros para los proyectos de gran minería.

El proyecto también tiene la cara de los que se oponen y que forman parte de las consideraciones económicas aquellos que buscan equilibrar la balanza de los impactos ambientales presente en los desarrollos mineros. Las consideraciones económicas deben tomar en cuenta estos aspectos sociales que deben ser suavizados en el desarrollo de los proyectos.

Ahora que el tema de megaminería está en la palestra de discusión a propósito de la consulta, resulta urgente conocerlas historias que el extractivismo megaminero deja a su paso, para exigir y garantizar su derecho a la reparación integral y las garantías de no repetición. El Proyecto Fruta del Norte, por todas las irregularidades en las que está inmerso, debería ser extinguido (Solis, 2017).

### **Discusión y conclusiones**

La minería en el territorio del Ecuador es realizada desde tiempos muy antiguos. Toda esa historia crea una serie de hábitos y costumbres en las zonas mineras, el gobierno a partir del 2009 se planteó convertir la exportación minera como el segundo rubro que apoye la economía del Ecuador, la coexistencia de esta historia y esta intención de los gobiernos de apoyar la economía en estos rubros, causa una variedad de tamaño en las escalas de las industrias que se deben generar, la geología económica debe conocer toda esta diversidad de industrias para poder construir modelos ajustados con las metas de los promotores de estos desarrollos.

Por esta razón, todavía no existe interés por explotar yacimientos de menores valores de metales, aunque sean de grandes volúmenes, los cuales tienen mucha importancia en otras partes del mundo. Depósitos de esta índole necesitan grandes capitales. Su explotación da rendimientos solamente al hacerla en grande escala para bajar los costos por unidad mediante métodos mecanizados, sistemas adecuados de beneficio de los minerales y una buena organización de los trabajos y buena administración. Es evidente que en el caso de yacimientos grandes y pobres se requieren estudios geológicos y mineros más extensos

que para un yacimiento rico, por el mayor riesgo por la inversión del gran capital necesario (Wokittel, 1957).

Es por esta razón que son los proyectos denominados de gran minería pueden obtener resultado en territorios donde para evaluaciones mineras no tendrían sentido, es allí donde el nivel estratégico gerencial debe tener claro el para qué y cómo va a desarrollar un proyecto. Es muy recurrente proyectos donde la visión sea de gran minería, pero la exploración es desarrollada para un proyecto de pequeña minería, los tenores de corte cambian para cada caso, la tecnología depende de esto y es donde la eficiencia considerada por la geología económica tendrá éxito solo si todos estos aspectos están integrados en la consideración.

Tomando en cuenta la producción y los impactos que puede generar los proyecto en el nivel estratégico se debe considerar, la razón de ser del proyecto, el impacto de este; es decir los minerales de producción en Ecuador. Los nuevos proyectos minera como es el caso de Cascabel también incorpora el cobre en la producción de ecuador, en estos momentos un metal buscado por las grandes potencias de la materia prima como China.

**Figura 5**

*Producción anual de los principales productos del sector minero ecuatoriano desde el 2005 al 2014*

SECTOR MINERO								
PRODUCCIÓN ANUAL PRINCIPALES PRODUCTOS								
	ORO	PLATA	ARCILLA	CALIZA	CAOLIN	FELDESPATO	SILICE	POMEX
	Kilogramos	Kilogramos	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas
2005	5.337,68	283,20	1.318.356,13	4.854.958,36	25.078,26	38.249,69	37.789,55	636.777,74
2006	5.168,20	158,83	1.309.343,06	5.456.546,18	11.504,21	67.843,54	36.208,37	707.864,08
2007	4.587,71	448,96	1.413.418,92	6.326.616,42	18.617,69	63.557,39	33.907,40	941.652,78
2008	4.132,89	304,78	1.577.932,61	5.366.498,39	42.613,90	86.888,86	24.799,13	1.024.896,04
2009	5.392,19	115,60	1.276.529,28	4.956.671,94	28.775,00	111.985,07	73.920,57	924.527,44
2010	4.592,76	1.168,90	1.414.852,68	3.862.307,61	41.089,40	156.888,06	60.018,80	718.907,82
2011	4.923,33	1.589,06	2.016.027,00	5.309.485,09	95.061,60	103.498,36	83.274,68	802.397,32
2012	5.138,94	2.934,24	1.949.509,49	6.283.972,10	42.563,90	152.590,17	136.806,40	951.356,00
2013	8.676,42	1.198,39	1.412.989,66	6.838.391,04	100.194,74	210.142,38	90.564,77	1.735.449,49
2014	7.322,11	577,05	770.936,72	6.319.428,21	40.236,36	183.259,13	80.868,95	1.728.949,27

FUENTE: AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL MINERO (ARCOM)

**Fuente:** Banco Central de Ecuador (2015)

Ecuador tiene los cuatro (4) tamaños de la producción minera: la artesanal, la pequeña minería, la mediana minería y la gran minería. Para todas estas empresas el enfoque de la geología económica debe adaptarse, es muy frecuente que los promotores de estos proyectos no diferencien la escala que buscan al final de la ejecución del proyecto. De esta manera, el problema encontrado es una incoherencia entre las partes del proyecto desde la exploración, explotación, beneficio y comercialización del mineral.

Es donde los proyectos de “megaminería” si tienen claridad, los cuales vienen a desarrollar una minería de altos volúmenes de producción con tenores de corte muy bajos, haciendo productivos a terrenos improductivos para otras escalas más pequeñas. Las consideraciones de las escalas más pequeñas muchas veces no coordinan el tenor con el que se dispone, con el método de explotación donde se encuentran con insumos costosos para lograr un nivel determinado de explotación y mucho menos una tecnología de beneficio acorde con las etapas precedentes.

En la artesanal por estar en contacto directo con la producción es más intuitiva y no requiere un análisis muy profundo de geología económica, pero es de observar cómo esta escala artesanal, que mueve masas de personas, alimenta un comercio de los metales, en el caso del oro, no así en el caso de los metales más baratos y mucho menos en la minería de los no metálicos.

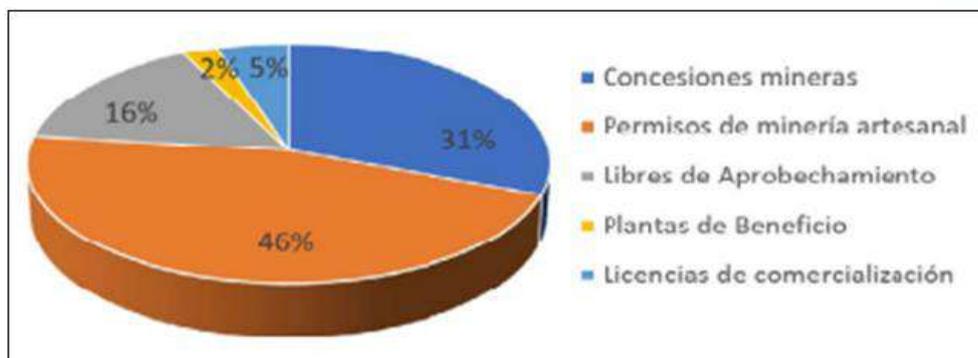
La minería busca en el Ecuador cubrir parte del desarrollo, que el petróleo ha podido apalancar, contando con la disponibilidad de recursos mineros que ha permitido al gobierno de turno contar con liquidez para afrontar los desafíos económicos, pero es necesario considerar el deber ser de la explotación y en función de eso determinar a detalle la escala del proyecto a desarrollar.

Asimismo, el aspecto tributario es un elemento fundamental en toda evaluación económica de un proyecto este es el que le da sentido a la explotación y el beneficio de la nación con la concesión que entrega a un privado en las diferentes escalas por lo que debe ser tomado en cuenta y pasarlo desapercibido.

En el 2012 se firmó el primer contrato de explotación minera a gran escala en Ecuador, correspondiente al proyecto Mirador. En ese mismo año la empresa inició el pago de regalías anticipadas con la finalidad de ser invertidos en proyectos de desarrollo social y productivo de las zonas de influencia del proyecto minero (Estupiñan, 2021). La ejecución de proyecto de gran minería permite al gobierno contar con liquidez para afrontar necesidades económicas y potenciar el desarrollo económico, para ello es importante la formación de personal que asuma este tipo de responsabilidades en este nivel de la minería. En la Figura 6 se detalla el tipo de concesiones mineras en Ecuador.

**Figura 6**

*Tipo de concesiones mineras en Ecuador*



**Fuente:** Estupiñan (2021)

En el gráfico se observa el alto porcentaje de la minería artesanal, objetivo de todas estas regulaciones y decretos, desarrollar estas minerías donde los impactos ambientales son descontrolado por el uso de tecnologías poco amigables con el ambiente, es por eso que la tecnificación del área minera depende de la formación de mano de obra técnica que cumpla con esta tarea.

En el tópico de los tributos en Ecuador se presentan en la Tabla 1 y de la Nueva Política Pública de Ecuador para los años 2019-2030.

**Tabla 1**

*Impuestos Mineros de Ecuador*

**IMPUESTO EN ECUADOR**

Impuesto a la Renta – IR	- 22% (12%, si el beneficiario se reinvierte en el país). - 25% si las empresas extranjeras tienen su oficina principal en paraísos fiscales.
Impuesto al Valor Agregado – IVA	0% y 12% (temporalmente 14% entre 2016 hasta 2017), dependiendo del tipo de bien o servicio
Impuesto de Consumo Especial – ICE	Para bienes de lujo, de acuerdo a una tabla de impuestos
Sobretasa Arancelaria, Impuesto Temporal – Salvaguardia	Del 5% a 45%, para ciertos bienes de consumo, capital y materia prima.

**Tabla 1**

*Impuestos Mineros de Ecuador (continuación)*

IMPUESTO A LA ACTIVIDAD MINERA	
Regalías	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran Minería: del 5% al 8%</li> <li>- Mediana Minería: 4%</li> <li>- Pequeña Minería: 3%</li> <li>- Minería Artesanal: 0%</li> </ul>
Impuesto de Utilidades a los Trabajadores	<p>15% de las ganancias, descontado los gastos de operaciones e impuestos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gran Minería: 3% para los trabajadores y 12% para el Estado</li> </ul>

**Fuente:** Venegas (2017)

**Tabla 2**

*Nueva política del Ecuador 2019-2030*

EJE	POLÍTICAS PÚBLICAS
<b>Desarrollo económico</b>	Incrementar y diversificar la producción del sector minero fomentando el aprovechamiento de los recursos minerales con responsabilidad ambiental.
<b>Sostenibilidad ambiental y social</b>	Fortalecer el vínculo comunitario y la responsabilidad social de quienes realizan actividades mineras.
<b>Investigación y desarrollo</b>	Promover la investigación, innovación, transferencia tecnológica, y el emprendimiento para el desarrollo del sector minero.
<b>Gestión y Administración</b>	Promover una administración pública articulada, oportuna y eficiente.
<b>Regulación control y combate a la minería ilegal</b>	Mejorar la capacidad de administración, regulación y control del Estado a las actividades mineras, incluyendo la prevención, combate y sanción de la minería ilegal.
<b>Normativa</b>	Promover el mejoramiento del marco normativo para visualizar el desarrollo de la industria minera, acorde con las nuevas exigencias del sector y que permitan la generación de seguridad jurídica.

**Fuente:** Estupiñan (2021)

La geología económica debe constantemente evaluar depósitos y estar en la búsqueda de nuevos depósitos. Nuevos materiales son encontrados y son necesarios para la economía

moderna, por lo que cuando se encuentren indicios de afloramientos debe la geología económica poder deducir y realizar nuevos hallazgos. Se siguen descubriendo las propiedades de minerales que benefician a la sociedad, tal es el caso de Litio, Niobio y Tantalio. La integralidad de la geología económica es una necesidad, no puede encerrarse en solo el conocimiento de las formaciones geológicas, sino que debe ajustarse a la dirección estratégica del gobierno. Es por eso que, las nuevas políticas

del Ecuador son base fundamental para seguir para lograr las metas que se planteen.

### Referencias bibliográficas

- Aldana, S., Vereda, F., Hidalgo-Alvarez, R., & de Vicente, J. (2016). Facile synthesis of magnetic agarose microfibers by directed self-assembly. *Polymer*, 93, 61-64.
- Aucancela, E. B. (07 de 02 de 2019). Escenarios futuros de la mega minería metálica en el Ecuador. El caso del proyecto mirador. *Pontificia Universidad Católica del Ecuador*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16189>
- Banco, C. d. (2015). *Sector Minero Cartilla Informativa*. Obtenido de Sector Minero: <https://contenido.bce.fin.ec/documentos/Estadisticas/Hidrocarburos/cartilla00.pdf>
- Bhat, S., Tripathi, A., & Kumar, A. (2010). Supermacro porous chitosan-agarose-gelatin cryogels. in vitro characterization and in vivo assessment for cartilage tissue engineering. *Journal of the Royal Society Interface*, 1-15.
- Bnamerica. (2021). *Bnamerica* 25. Obtenido de <https://www.bnamericas.com/es/reportajes/ecuador-apuesta-por-la-mineria-para-reactivar-la-economia-y-enfrentar-la-pobreza#:~:text=El%20presidente%20Guillermo%20Lasso%20dijo,minera%20Enaep%202021%20que%20se>
- Bossis, G., Marins, J., Kuzhir, P., Volkova, O., & Zubarev, A. (2015). Functionalized microfibers for field-responsive materials and biological applications. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 1-9.
- Cortés, J., Puig, J., Morales, J., & Mendizábal, E. (2011). Hidrogeles nanoestructurados termosensibles sintetizados mediante polimerización en microemulsión inversa. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 10(3), 513-520.
- Dias, A., Hussain, A., Marcos, A., & Roque, A. (2011). A biotechnological perspective on the application of iron oxide magnetic colloids modified with polysaccharides. *Biotechnology Advances* 29, 29, 142–155.

- Estrada Guerrero, R., Lemus Torres, D., Mendoza Anaya, D., & Rodriguez Lugo, V. (2010). Hidrogeles poliméricos potencialmente aplicables en Agricultura. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 12(2), 76-87.
- Estupiñan, R. R. (2021). La minería en Ecuador. Pasado, presente y futuro. 533-549. Obtenido de [https://www.igme.es/boletin/2021/132\\_4/BGM\\_132-4\\_Art-10.pdf](https://www.igme.es/boletin/2021/132_4/BGM_132-4_Art-10.pdf)
- García-Cerda, L., Rodríguez-Fernández, O., Betancourt-Galindo, R., Saldívar-Guerrero, R., & Torres-Torres, M. (2003). Síntesis y propiedades de ferrofluidos de magnetita. *Superficies y Vacío.*, 16(1), 28-31.
- Ilg, P. (2013). Stimuli-responsive hydrogels cross-linked by magnetic nanoparticles. *Soft Matter*, 9, 3465-3468.
- Lewitus, D., Branch, J., Smith, K., Callegari, G., Kohn, J., & Neimark, A. (2011). Biohybrid carbon nanotube/agarose fibers for neural tissue engineering. *Advanced Functional Materials*, 21, 2624-2632.
- Lin, Y.-S., Huang, K.-S., Yang, C.-H., Wang, C.-Y., Yang, Y.-S., Hsu, H.-C., . . . Tsai, C.-W. (2012). Microfluidic synthesis of microfibers for magnetic-responsive controlled drug release and cell culture. *PLoS ONE*, 7(3), 1-8.
- Morejón, G. (2012). Ambiente Ecuador: Breve historia de la minería en el Ecuador y sus implicaciones ambientales. Obtenido de <http://biobanco.blogspot>.
- Palella, S. &. (2010). Metodología de la investigación cuantitativa. *FEDUPEL, Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador*.
- Ruiz Estrada, G. (2004). *Desarrollo de un Sistema de liberación de fármacos basado en nanopartículas magnéticas recubiertas con Polietilenglicol para el tratamiento de diferentes enfermedades*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Física Aplicada.
- Sandoval, F. (2001). La pequeña minería en el Ecuador. *International Institute for Environment and Development, World Business Council for Sustainable Development, Mining, Minerals*, 31.
- SOLÍZ, M. F. (2017). *Minería in-consulta*. Hacemos peridismo. IDEAS. Obtenido de <https://www.planv.com.ec/ideas/ideas/mineria-consulta>
- Song , J., King, S., Yoon , S., Cho, D., & Jeong, Y. (2014). Enhanced spinnability of carbon nanotube fibers by surfactant addition. *Fibres and Polymers*, 15(4), 762-766.

- SWI, I. d. (2017). *Swissinfo.ch*. Obtenido de [https://www.swissinfo.ch/spa/ecuador-miner%C3%ADa\\_cuatro-proyectos-mineros-entrar%C3%A1n-en-producci%C3%B3n-en-ecuador-hasta-2025/46957336](https://www.swissinfo.ch/spa/ecuador-miner%C3%ADa_cuatro-proyectos-mineros-entrar%C3%A1n-en-producci%C3%B3n-en-ecuador-hasta-2025/46957336)
- Tartaj, P., Morales, M., González-Carreño, T., Veintemillas-Verdaguer, S., & Serna, C. (2005). Advances in magnetic nanoparticles for biotechnology applications. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 290, 28-34.
- Toaparta, A. R. (2017). Política Minera y Sostenibilidad ambiental en Ecuador. . *Figempa. Investigacion y Desarrollo*.
- Venegas, F. S. (Julio de 2017). Evaluación del impacto que tendrá en la economía del Ecuador el inicio de la producción de los depósitos de materiales metálicos. *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, 8-16. doi:<https://doi.org/10.29166/revfig.v1i1.50>
- Wokittel, R. (1957). Problemas de la geología económica de Colombia. *Boletín Geológico* . doi:<https://doi.org/10.32685/0120-1425/bolgeol5.3.1957.311>
- Wulff-Pérez , M., Martín-Rodríguez, A., Gálvez-Ruiz, M., & de Vicente, J. ( 2013 ). The effect of polymer surfactant on the rheological properties of nanoemulsions. *Colloid and Polymer Science*, 291, 709–716.
- Zamora Mora, V., Soares, P., Echeverria, C., Hernández , R., & Mijangos, C. (2015). Composite chitosan/Agarose ferrogels for potential applications in magnetic hyperthermia. *Gels*, 1, 69-80.

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



#### Indexaciones



# Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales

*Estimation of the Biochemical Oxygen Demand (DBO<sub>5</sub>),  
in wastewater of the jeans companies of the city of Pelileo  
using artificial neural networks*

- <sup>1</sup> Yesenia Esthelfania Pillapa Vargas  <https://orcid.org/0000-0001-9357-7914>  
Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Ambato-Ecuador,  
[ypillapa2034@uta.edu.ec](mailto:ypillapa2034@uta.edu.ec)
- <sup>2</sup> Manolo Alexander Córdova Suárez  <https://orcid.org/0000-0001-6786-7926>  
Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Riobamba-Ecuador  
[manolo.cordova@unach.edu.ec](mailto:manolo.cordova@unach.edu.ec)
- <sup>3</sup> Daniel Alfonso Cabrera Valle   
Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Ambato-Ecuador  
[da.cabrera@uta.edu.ec](mailto:da.cabrera@uta.edu.ec)



## Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 18/05/2022

Revisado: 27/06/2022

Aceptado: 01/07/2022

Publicado: 30/07/2022

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2320>

**Cítese:** Pillapa Vargas, Y. E., Córdova Suárez, M. A., & Cabrera Valle, D. A. (2022). Estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO<sub>5</sub>) en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales artificiales. *Conciencia Digital*, 5(3.1), 406-423. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v5i3.1.2320>



*CONCIENCIA DIGITAL*, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>

La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) [www.celibro.org.ec](http://www.celibro.org.ec)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Palabras claves:**

DBO5, aguas residuales, inteligencia artificial, redes neuronales artificiales, red feed-forward backpropagation, jeans.

**Keywords:**

DBO5, wastewater, artificial intelligence, artificial neural networks, red feedforward backpropagation, jeans.

**Resumen**

**Introducción.** Dentro de la inteligencia artificial, el uso de redes neuronales artificiales toma cada vez más importancia. **Objetivo.** Estimar el error de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas residuales de las empresas de jeans de la ciudad de Pelileo utilizando redes neuronales. **Métodos.** En primer lugar, se desarrolló una base de datos conformada por 6 parámetros físicos, 9 parámetros químicos y una variable de salida. Estas variables se seleccionaron mediante la Norma TUSLA y fueron recopiladas del catastro del GAD Pelileo de los años 2017-2018 y de un laboratorio de análisis de aguas certificado. A continuación, se utilizó el software Matlab con el diseño de la red neuronal artificial *feed forward backpropagation* con la capa de entrada de 15 variables. La primera capa oculta tuvo diez neuronas, la segunda capa sumatoria con una neurona y la capa de salida con la variable de respuesta correspondiente a la estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con el algoritmo de aprendizaje de Levenberg-Marquardt. **Resultados.** Se obtuvo valores del coeficiente de correlación, del error estimado de la red, y de la comparación de la Prueba Tukey, tales como: 0.98081; 0.8890; 0.9833. Estas cifras revelan una concordancia entre los valores estimados por la red y los valores reales. Finalmente, los resultados demostraron que la Demanda Bioquímica de Oxígeno se estimó numéricamente en aguas residuales a través de los modelos neuronales. Este tipo de modelo de neuronas representa sólo una parte de la función matemática que la red construye a partir del conjunto de observaciones.

**Abstract**

**Introduction.** Within artificial intelligence, the use of artificial neural networks is becoming increasingly important. **Objective.** Estimate the error of the Biochemical Oxygen Demand in wastewater from laundries of jeans of the city of Pelileo using neural networks. **Methods.** First, a database consisting of six physical parameters, nine chemical parameters and an output variable was developed. These variables were selected using the TUSLA Standard and were compiled from the cadastre of the GAD Pelileo of the years 2017-2018 and a certified water analysis laboratory. Next, the Matlab software was used with the design of the Artificial Neural Network FeedForward Backpropagation with the input layer of fifteen variables. The first hidden layer had ten neurons, the second

---

summatory layer with one neuron and the output layer with the response variable corresponding to the estimation of the Biochemical Oxygen Demand with the Levenberg-Marquardt learning algorithm. **Results.** Values of the correlation coefficient, the estimated network error, and the comparison of the Tukey Test were obtained, such as: 0.98081; 0.8890; 0.9833. These figures reveal a concordance between the values estimated by the network and the actual values. Finally, the results showed that Biochemical Oxygen Demand was estimated numerically in wastewater through neural models. This type of model of neurons represents only part of the mathematical function that the network builds from the set of observations.

---

## Introducción

En los últimos años, el tema de la contaminación ambiental ha recibido más atención debido al aumento de los riesgos de los agentes contaminantes en todo el mundo (Maina et al., 2017). Sin embargo, la producción de muchas sustancias que no pueden ser asimiladas por el ecosistema, el daño al medio ambiente y a la salud es cada vez más evidente, traduciéndose en un aumento del consumo de energía y recursos, estos residuos peligrosos se generan con el desarrollo de agricultura, textiles, servicios e incluso actividades domésticas. De hecho, debido al progreso de la economía mundial, la cantidad de residuos va en aumento (Sigcha & Jordán, 2018; Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP], 2017).

Según la United Nations Climate Change News (2018), el sector industrial textil genera el 20% del desperdicio total de agua a nivel mundial a causa de los productos de teñido y acabado. El 10% por las emisiones globales de carbono, considerando que se requiere de un promedio de más de 7.500 litros de agua para producir unos jeans, que es la misma cantidad de agua que la persona promedio bebe en siete años, por ende, la industria textil es el segundo contaminante del mundo (Conferencia de la ONU sobre Comercio y Desarrollo [UNCTAD], 2019).

La industria textil y de confecciones del país es una de las principales consumidoras de agua, energía y productos químicos en la producción, lo que a su vez genera grandes cantidades de aguas residuales (Samanta et al., 2019). La contaminación de aguas residuales de impresión y teñido de textiles es causada por impurezas o residuos en las materias primas, y muchos productos químicos no se absorben completamente en la tela. Estas sustancias se liberan al agua junto con otros contaminantes. Estas aguas residuales, contienen altas concentraciones de pigmentos, contaminantes orgánicos, compuestos

tóxicos, inhibidores, cloro y tensioactivos, siendo de esta manera parte de la degradación ambiental, generando impactos ambientales relacionados con las aguas residuales que produce y la carga química que contiene (Ministerio del Ambiente, 2015; Romero et al., 2016).

El Cantón Pelileo es el principal productor de jeans del país. Con una producción del 70% a escala nacional y el 30% restante se vende en Cuenca, Quito, Guayaquil y otras ciudades (GAD Pelileo, 2019). Según la encuesta de producción en la provincia de Tungurahua, en la ciudad de Pelileo existe unas 1.100 fábricas textiles y 46 lavanderías de jeans. Por su parte, las industrias textiles y de jeans de Pelileo se han convertido en un sector económico representativo de la sociedad. Sin embargo, está catalogada como una actividad muy contaminante por su altísimo consumo de agua, debido a que cada prenda tratada requiere una media de 80 litros de agua y utiliza alrededor de 8.000 productos químicos en diversos procesos (Kant, 2012; Luongo, 2015). Se ha verificado que las aguas residuales de salida provienen principalmente de las siguientes etapas: desgasificación (15%), desengrasado (20%), blanqueo (45%) y lavado (30%). Durante este proceso, los productos químicos como: colorantes, ácidos, bases, sales se eliminan y pasan a formar parte de las aguas residuales finales (Choudhury, 2017; Kishor et al., 2021).

Para el análisis de la calidad del agua es necesario considerar aspectos físicos, químicos y microbiológicos (Quintero & Cardona, 2012). Los métodos de tratamiento ineficaces de las aguas residuales descargadas por las empresas de estampado y teñido de textiles han causado diversos grados de contaminación en los ecosistemas; por esta razón la norma ambiental del Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente en el Libro XI (TULSMA), establece los límites de descarga para los sistemas de alcantarillado público, requiriendo medir una variedad de parámetros que incluyen: demanda bioquímica de oxígeno ( $DBO_5$ ), DQO, pH, grasa, nitrógeno, fósforo, sulfato, sólidos suspendidos y más. Estas sustancias similares se encuentran en la composición de las aguas residuales de la industria textil y se analizan mediante diferentes métodos físicos y químicos (Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes, 2011).

El desarrollo industrial textil en la Ciudad de Pelileo ha generado un incremento en el número de las lavadoras de jeans, causando problemas de contaminación del agua del sector. Desde 2018, los organismos de control vienen monitoreando la generación de residuos sólidos, líquidos y gaseosos contaminantes, minimizándolos como lo exige la legislación vigente, pero con un alto costo para las empresas (GAD Pelileo, 2019).

De esta manera, se busca interactuar las Redes Neuronales Artificiales con los parámetros de calidad de agua relacionados. Estas redes neuronales son definidas como un sistema que permite establecer una relación entre las entradas y la salida, inspiradas en el sistema nervioso de un ser vivo, tratando de imitar el comportamiento del cerebro, y

diferenciándose de la computación tradicional (McCulloch & Pitts, 1990). Estas redes neuronales artificiales son similares a un cerebro y, por lo tanto, exhiben algunas propiedades similares como: aprendizaje adaptativo, autoorganización, tolerancia a fallos, operación en tiempo y la fácil inserción en la tecnología existente. Generalmente, la red neuronal artificial consta de 3 etapas: la primera involucra el diseño, donde se elige el tipo de red neuronal, la cantidad de neuronas que generara, la función de activación definida y el algoritmo de aprendizaje. La fase de entrenamiento presenta una serie de entradas y salidas a la red neuronal, de las cuales aprende mediante el uso del algoritmo de entrenamiento (Barthakur et al., 2012). Luego, la entrada relevante se alimenta a la red, donde la red genera una salida basada en lo que aprendió durante la fase de entrenamiento. Por último, se especifica una serie de parámetros: el número de capas, número de neuronas en la capa de entrada, número de neuronas de las capas intermedias y número de neuronas en la capa de salida (Quiñones et al., 2020).

El modelo neuronal artificial es un diseño realizado partir de métodos numéricos, permitiendo estimar el valor  $DBO_5$ , en tiempo real, a partir de variables cualitativas y cuantitativas; demostrando grandes ventajas como: la reducción del tiempo y los costos económicos. De acuerdo con la norma americana, este parámetro tarda cinco días y, por lo general, requiere la experiencia y las habilidades del personal de laboratorio (INEN, 2013). La estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno ( $DBO_5$ ) es uno de los factores más importantes para controlar la calidad del agua residual en empresas textiles. Este parámetro mide el contenido de carga orgánica en el paso de desgasificación, donde contribuye con alrededor del 50%. Especialmente por la adición de químicos y colorantes naturales al agua de prueba, el agotamiento del oxígeno disuelto en el tanque receptor y la muerte de animales acuáticos por falta de oxígeno (Raffo & Ruiz, 2014).

La presente investigación planea realizar una simulación a partir del modelo neuronal artificial basado en una red neuronal; correspondiente al tipo de perceptrón multicapa de la red neuronal artificial supervisada con el entrenamiento del algoritmo Levenberg-Marquardt para evaluar la estimación de error de la Demanda Bioquímica de Oxígeno con la recolección de datos de la salida del proceso productivo por parte de las empresas del Jeans de la Ciudad de Pelileo y hacer una comparación con los valores estimados de la red neuronal con los valores reales (valores de análisis experimentales) aplicando la prueba de Tukey.

### Metodología

Se elaboró una base de datos clasificando las variables cualitativas y cuantitativas utilizadas para predecir el comportamiento de la variable dependiente (error de medición de  $DBO_5$ ) y de las variables independientes relacionadas con el número de interacciones y observaciones, estimadas mediante un modelo de Red Neuronal Artificial de RetroPropagación (RNARP) seguido del análisis correspondiente (Pascal, 2019).

### *Área de Estudio*

El estudio se llevó a cabo en las aguas residuales de las empresas del jean de la ciudad de Pelileo, conocida como la “Ciudad Azul” por la presencia de la industria del Jean, ubicada en la Provincia de Tungurahua (Tungurahua Turismo, 2021). La información es recolectada de 30 empresas que fueron seleccionados del catastro de GAD Pelileo de los años 2017-2018 juntamente con el aporte de un laboratorio de análisis de agua certificado. Se mantiene la confidencialidad de la información de las empresas.

### *Estimación de las variables de entrada y variable de salida*

Para la matriz de datos se utilizaron 6 parámetros físicos (temperatura, humedad relativa, presión atmosférica, concentración de sólidos suspendidos, sólidos sedimentales, sólidos totales) y 9 parámetros químicos (potencial de hidrógeno, sulfuros, sulfatos, nitrógeno total, DQO, fenoles, tensioactivos, fosforo total, aceites y grasas). Un total de 15 parámetros fisicoquímicos utilizados como variables de entrada y un parámetro químico como variable de salida, para la elaboración del modelo. Los datos estimados se reportan utilizando la normativa sobre descarga de aguas residuales al sistema de alcantarillado público, obtenida en el Anexo VI de la Norma TUSLA del Ministerio del Ambiente (Gilpavas et al., 2018; Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes, 2011).

### *Elaboración del modelo neuronal de DBO<sub>5</sub>*

El modelo neuronal para la predicción de la demanda bioquímica de oxígeno se elaboró a partir de una red Feed Forward Backpropagation. Se utilizó la DBO<sub>5</sub> como variable de salida y los parámetros físicos y químicos mencionados anteriormente como variables de entrada. La selección de estos parámetros se realizó con base en el efecto que causan sobre la DBO<sub>5</sub> y teniendo en cuenta la frecuencia de su uso en estudios previos.

Por su parte, el código para el entramiento del Perceptrón de Multicapa (MLP) se elaboró a partir del modelo desarrollado por Payal et al. (2015). Este modelo, es entrenado por medio del número de capas ocultas y el número de neuronas ocultas. Además, requiere definir un algoritmo para el entrenamiento de la red, este permite acelerar el proceso de aprendizaje del MLP, un número de épocas definidas como la cantidad de veces que se aplica el algoritmo de entrenamiento al conjunto de datos y un indicador de desempeño por medio del cual la red ajusta las predicciones a las observaciones (Rumelhart & Hintont, 1986; Vališ et al., 2020). Finalmente, se codifica el algoritmo en el lenguaje de programación M, propio de la herramienta de programación MATLAB y en él se utiliza las herramientas incluidas en el Neural Network Toolbox para el mismo programa.

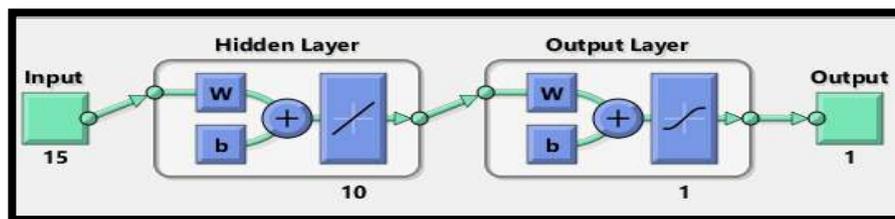
En la figura 1 incluye el diseño del modelo neuronal de una red neuronal artificial conformada por 1 capa de entrada, 1 capa oculta, 1 capa sumatoria y 1 capa de salida. En este modelo, el número de neuronas de la capa de entrada (15 neuronas), correspondió al

número de variables utilizadas como entradas. Para el entrenamiento, se usó un número de 1000 épocas y el coeficiente de correlación como indicador de desempeño de la red neuronal.

El modelo neuronal fue evaluado por medio del algoritmo de Levenberg-Marquardt, para acelerar el proceso y diseñar el aprendizaje a través de segundas derivadas, donde, el peso se ajusta rápidamente, evitando cálculos matriciales (Dongardive & Abraham, 2017). Dicho código, la instrucción *trainlm* escrita, se encuentran conectadas a una arquitectura de Perceptrón de Multicapa (MLP) (Ebtehaj & Bonakdari, 2016).

**Figura 1**

*Diseño de la red Neuronal Artificial Feed Forward Backpropagation*



*Nota:* Descripción del diseño de la red empleada para la estimación de error de la DBO<sub>5</sub>.

*Perfiles de entrada y salida*

Se generó una matriz de entrada de entrenamiento (SampleIn= Matriz 15x30 double). Las 15 filas corresponden las variables responsables y las 30 columnas representan las 30 empresas como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Matriz de entrada de entrenamiento*

Dimensión	Código	Parámetro
FÍSICOS	H	Potencial de Hidrógeno
	A	Temperatura °C
	B	Humedad relativa %
	C	Presión atmosférica (Pascal)
QUÍMICOS	D	Sólidos Totales
	F	sólidos sedimentales
	G	Sólidos Suspendidos
	I	Sulfuros
	J	Sulfatos

**Tabla 1**

*Matriz de entrada de entrenamiento (continuación)*

Dimensión	Código	Parámetro
QUÍMICOS	K	Nitrógeno Total
	L	DQO
	M	Fenoles
	N	Tensioactivos
	Ñ	Fosforo total
	O	Aceites y Grasas

*Nota:* Matriz de entrenamiento con la codificación de variables y empresas. Obtenidas del catastro de GAD Pelileo de los años 2017-2018 juntamente con el aporte de un laboratorio de análisis de agua certificado.

#### *Análisis estadístico*

Para verificar la efectividad del modelo neuronal como método de estimación de la DBO<sub>5</sub>, se aplicó la Prueba de Tukey con la ayuda del programa estadístico InfoStat, para comparar los valores estimados de la red neuronal con los valores reales

#### **Resultados**

Las simulaciones se realizaron utilizando muestras de aguas residuales de la matriz de datos recopilados, consiguiendo entrenar la red y comprobar el error de medida de DBO<sub>5</sub>, entre los valores estimados por la red neuronal y los valores reales.

**Tabla 2**

*Resultados de la simulación de la Red Neuronal Artificial*

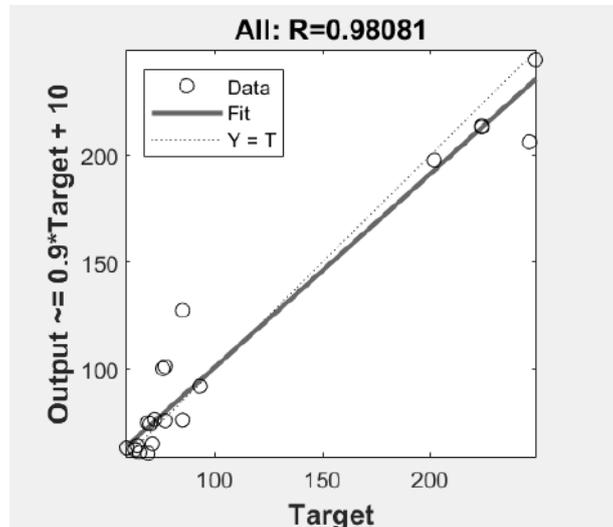
Ítem	Detalle
Tipo de entrenamiento	Descenso de gradiente con última incorporación en la décima épocas Entrenamiento óptimo
Valor de coeficiente de correlación	0.98081

*Nota:* Se considera que menos épocas generará errores en la red, mientras que más épocas llegarán al entrenamiento.

En la figura 2 se observa el coeficiente de correlación obtenido en la capa de salida de la red neuronal y la estructura de la red neuronal artificial Feed Forward Backpropagation, entrenada con el algoritmo de Levenberg-Marquardt.

**Figura 2**

*Valor de correlación obtenido*

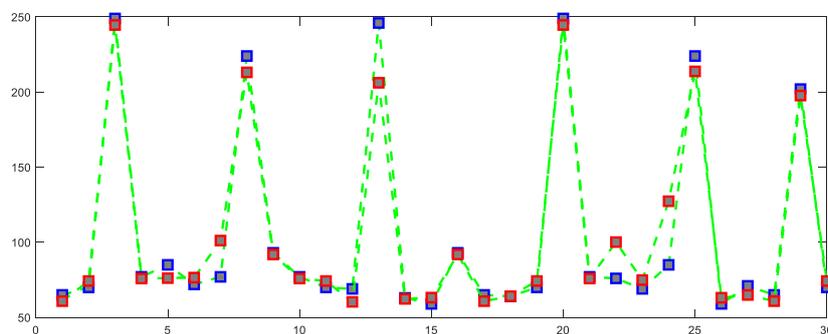


*Nota:* Se observa la concordancia entre los valores reales y las estimaciones realizadas por la red.

En la figura 3 se observa el resultado de la Comparación entre los valores reales y calculados de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

**Figura 3**

*Comparación de Valores Reales vs Valores obtenidos por la Red Neuronal*



*Nota.* Los puntos rojos representan los valores obtenidos por la red neuronal y los puntos azules los valores medidos.

*Pronóstico de la red neuronal*

En la tabla 3 se evidencia los valores reales obtenidos al medir la variable de la DBO<sub>5</sub> en las empresas 1 y 2.

**Tabla 3**

*Medición real y valor pronosticado para la variable en relación con Sólidos Totales*

Parámetro	Empresa 1	Empresa 2	Empresa 3	Empresa 4
Temperatura °C	15	16	15	16
Humedad relativa %	86	82	86	82
Presión atmosférica (Pascal)	103,1	103	103,1	103
<b>Sólidos Totales</b>	<b>1352</b>	<b>1420</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
sólidos sedimentales	0,2	1,5	0,2	1,5
Sólidos Suspendidos	50	50	50	50
Potencial de Hidrógeno	7,04	7,29	7,04	7,29
Sulfuros	0,13	0,19	0,13	0,19
sulfatos	110	120	110	120
Nitrógeno Total	8,51	9,26	8,51	9,26
DQO	131	165	131	165
Fenoles	0,022	0,026	0,022	0,026
Tensioactivos	0,120	0,110	0,120	0,110
Fosforo total	1,7	1,7	1,7	1,7
Aceites y Grasas	2,2	2	2,2	2
<b>DBO5</b>	<b>65</b>	<b>70</b>	<b>60,135</b>	<b>67,8202</b>

*Nota:* Descripción de valores reales y pronosticados de las variables influyentes en las empresas 1 y 2 del Jean. La Matriz de Prueba (Test1=15x1 Matriz double) predice un valor de DBO<sub>5</sub> de 60,135 mg/l; y la Matriz de Prueba (Test2=Matriz 15x1 double) pronostica un valor de DBO<sub>5</sub> de 67,8202 mg/ml.

*Comparación de valores medidos por la Red Neuronal vs Valores Reales*

La figura 4 muestra los resultados del Análisis de Varianza y la Prueba de Tukey.

**Figura 4**

*Resultados del Análisis de Varianza y Prueba de Tukey*

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,79	1	1,79	4,4E-04	0,9833
METODOS	1,79	1	1,79	4,4E-04	0,9833
Error	233912,92	58	4032,98		
Total	233914,71	59			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=32,82239					
Error: 4032,9813 gl: 58					
METODOS	Medias	n	E.E.		
laboratorio	104,50	30	11,59	A	
RED	104,85	30	11,59	A	

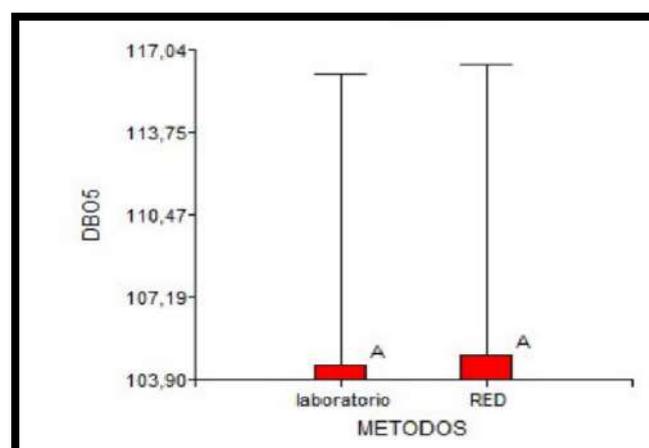
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

*Nota:* Datos de Análisis de Varianza y Prueba de Tukey obtenidos del programa estadístico InfoStat. Se evidencia que la red neuronal es capaz de capturar la relación entre las variables de entrada y salida.

La figura 5 se muestra los resultados de la prueba Tukey entre los valores de los datos de laboratorio y los de la res neuronal artificial.

**Figura 5**

*Interacción con Tukey entre los valores de laboratorio vs la red neuronal artificial*



*Nota:* la relación entre la respuesta esperada y la red neuronal. Encontrando un grupo homogéneo (A), con un nivel de cumplimiento de 98,33%. Ideal para diagnosticar la salida estimada de la Demanda Bioquímica de Oxígeno por el proceso de las empresas de Jean.

En la figura 6 se observa el resultado de la prueba t para una media entre el valor real y el valor calculado por la red. Donde el valor p es igual a 0,8890 siendo este el valor del error estimado por la red neuronal.

**Figura 6**

*Prueba t para una media*

Variable	n	Media	DE	LI(95)	LS(95)	T	p(Bilateral)
ERROR	30	-0,35	13,43	-5,36	4,67	-0,14	0,8890

*Nota:* entre el valor real y el valor calculado por la red. Durante este período de entrenamiento, la solución se optimiza varias veces para reducir los errores de la red en el conjunto de datos de entrada.

### Discusión

En la tabla 2 se muestran los resultados de la simulación de la Red Neuronal, que contiene dos capas ocultas con un entrenamiento por descenso de gradiente, con la última incorporación en la décima época o epoch. Seguidamente, en la figura 3 se evidencia la estructura de la red neuronal artificial Feed Forward Backpropagation, entrenada con el algoritmo de Levenberg-Marquardt. De acuerdo con Singh et al. (2009), es el algoritmo más apropiado para efectuar estimaciones de la DBO<sub>5</sub>.

El valor de correlación obtenido en la simulación se asemeja a los datos de Meza & González (2020) y González & García (2020), lo que demuestra un alto rendimiento del algoritmo de Levenberg-Marquardt. Este algoritmo muestra concordancia entre los valores reales y las estimaciones realizadas por la red (coeficiente de correlación de 0.9808).

En la figura 4 se muestra la comparación entre los valores reales y calculados por la red neuronal, evidenciando el menor cambio en sus estimaciones (Vijayashanthar et al., 2018). Asimismo, se describe mediante puntos de color rojo los valores obtenidos por la red neuronal y mediante puntos azules los valores medidos. Claramente se puede observar un buen seguimiento de datos de la red neuronal con un vector de error denominado RNDBO5\_errors (Matriz 30x1).

La tabla 3 describe los valores reales y sugeridos para evaluar sólidos totales en relación con la DBO<sub>5</sub>. Estos valores fueron simulados en una red neuronal artificial pre entrenada para estimar el error de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en las empresas 1 y 2. De esta manera, se puede hacer la misma estimación para cualquier empresa, o si es necesario, cambiar los valores de las variables de entrada al sistema. En base a los valores

pronosticados de las empresas 1 y 2 de la tabla 3, la Matriz de Prueba (Test1=15x1 Matriz double) predice un valor de DBO<sub>5</sub> de 60,135 mg/l; y la Matriz de Prueba (Test2=Matriz 15x1 double) pronostica un valor de DBO<sub>5</sub> de 67,8202 mg/ml; dichos datos obtenidos estipulan un pronóstico de decrecimiento de la DBO<sub>5</sub>. Con un error cercano al vector de error de la red neuronal, en relación con el parámetro de Sólidos Totales. De acuerdo con la referencia bibliográfica, los valores estimados se encuentran dentro del límite máximo permisible (Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes, 2011).

Con el análisis estadístico realizado, en la figura 5 muestra los resultados del Análisis de Varianza y la Prueba de Tukey. Se comparan los valores obtenidos en la simulación con valores de laboratorio con un índice de confianza del 95%. Afirmando que no existe una diferencia estadísticamente significativa; por lo tanto, se puede concluir que la red neuronal es capaz de capturar la relación entre las variables de entrada y salida.

Además, se observó que el número de neuronas y la capa oculta son independientes de la DBO<sub>5</sub>. Por lo que el modelo neuronal no utiliza las ecuaciones que describen el proceso de la DBO<sub>5</sub> en sus cálculos. En este tipo de modelo, las neuronas representan solo una parte de la función matemática que la red construye a partir del conjunto de observaciones (Baldiris et al., 2017; Gulyani et al., 2015).

Finalmente, el modelo neuronal tiene las ventajas de precisión, rentabilidad, velocidad de monitoreo, reconocimiento de patrones complejos, captura de comportamiento no lineal. Lo que demuestra que la red neuronal es una herramienta efectiva para modelar la Demanda Bioquímica de Oxígeno.

### Conclusiones

- Se demostró que el aprendizaje de un modelo neuronal artificial basado en una red neuronal multicapa se puede utilizar para la estimación de error de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas residuales de las empresas del Jean. La red neuronal feedforward-backpropagation alcanzó un alto desempeño al ser entrenada con el algoritmo de Levenberg-Marquardt ( $R > 0,98081$ ). Usando una matriz de 27 neuronas que constó de cuatro capas: una de entrada, dos ocultas y una salida.
- Los modelos neuronales artificiales en este tipo de redes neuronales son suficientes para realizar estimaciones sugeridas en función de indicadores de desempeño y relación entre el valor estimado y real. Las similitudes son suficientes para estimar la propuesta, dando un valor de 0.8890 entre el error estimado de la red y los valores reales.
- Se comparó entre los valores estimados por la Red Neuronal y los valores reales. Esto se muestra, cuando los datos se recopilan mediante la prueba de Tukey con un 95% de confianza. El valor de confiabilidad es del 98,33% de las respuestas

obtenidas de la red neuronal artificial y el valor real en el laboratorio. Las afirmaciones de que las medias son iguales, no estadísticamente diferentes; son ideales para el diagnóstico de la Demanda Bioquímica de Oxígeno y el cumplimiento por parte de las empresas para la descarga de aguas residuales en los sistemas de alcantarillado.

- En la actualidad, las redes neuronales poseen un amplio campo de investigación, lo que se fomenta la innovación tecnológica continua con este trabajo, especialmente la aplicación de técnicas informáticas RNA a futuros trabajos que impliquen riesgo o incertidumbre, ya que pueden verse como una alternativa a los sistemas tradicionales.

### *Referencias Bibliográficas*

- Baldiris, I., Acosta, J. C., Martinez, C. E., Sanchez, J., Castro, I., & Severiche, C. (2017). Multivariate analysis of surface water quality of the Bay of Cartagena (Colombia) period 2001-2017. *International Journal of ChemTech Research*, 10(15), 421–432.
- Barthakur, M., Thakuria, T., & Sarma, K. K. (2012). Artificial Neural Network (ANN) Based Object Recognition Using Multiple Feature Sets. *Studies in Computational Intelligence*, 395, 127–135. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-25507-6\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-25507-6_11)
- Choudhury, A. (2017). Sustainable chemical technologies for textile production. In *Sustainable Fibres and Textiles* (pp. 267–322). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102041-8.00010-X>
- Conferencia de la ONU sobre Comercio y Desarrollo [UNCTAD]. (2019). Environmental analysis of textile products. *Clothing and Textiles Research Journal*, 24(3), 248–261.
- Dongardive, J., & Abraham, S. (2017). Reaching optimized parameter set protein secondary structure prediction using neural network. *Neural Computing and Applications*, 28(8), 1947–1974. <https://doi.org/10.1007/s00521-015-2150-2>
- Ebtehaj, I., & Bonakdari, H. (2016). Bed load sediment transport estimation in a clean pipe using multilayer perceptron with different training algorithms. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 20(2), 581–589. <https://doi.org/10.1007/s12205-015-0630-7>
- GAD Pelileo. (2019). *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón San Pedro de Pelileo*. GADM de Pelileo. [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000640001\\_ACTUALPDYOT2015\\_15-03-2015\\_21-58-23.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1860000640001_ACTUALPDYOT2015_15-03-2015_21-58-23.pdf)
- Gilpavas, E., Arbeláez, E., Medina, J., & Gómez, C. (2018). Tratamiento de aguas

- residuales de la industria textil mediante coagulación química acoplada a procesos fenton intensificados con ultrasonido de baja frecuencia. *Revista Contaminación Ambiente*, 34(1), 157–161. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.01.14>
- González, L., & García, J. (2020). Elaboration of an artificial neural model for the estimation of dosifications in the wastewater treatment. *Elsevier*, 84(1), 3–17. <https://doi.org/10.23850/22565035.1636>
- Gulyani, B. B., Mangai, A. J., & Fathima, A. (2015). An approach for predicting river water quality using data mining technique. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 9165, 233–243. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20910-4\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20910-4_17)
- INEN. (2013). 1985-04 0. In *Aguas. Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO5)*. INEN 1202.
- Kant, R. (2012). Textile dyeing industry an environmental hazard. *Natural Science*, 4(1), 22–26. <https://doi.org/10.4236/ns.2012.41004>
- Kishor, R., Purchase, D., Saratale, G. D., Saratale, R. G., Ferreira, L. F. R., Bilal, M., Chandra, R., & Bharagava, R. N. (2021). Ecotoxicological and health concerns of persistent coloring pollutants of textile industry wastewater and treatment approaches for environmental safety. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(2), 105012. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.105012>
- Luongo, G. (2015). *Chemicals in textiles A potential source for human exposure and environmental pollution* [Stockholm University]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:850089/FULLTEXT02.pdf>
- Maina, S., Kachrimanidou, V., & Koutinas, A. (2017). A roadmap towards a circular and sustainable bioeconomy through waste valorization. *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry*, 8, 18–23. <https://doi.org/10.1016/J.COGSC.2017.07.007>
- Mcculloch, W. S., & Pitts, W. (1990). A logical calculus nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biology*, 52(1), 99–115.
- Meza, J., & González, L. (2020). Elaboración de un modelo neuronal artificial para la estimación de la Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas marinas. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental.*, 11(2), 1–10. <https://doi.org/10.22490/21456453.3441>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Registro Oficial Año II No 316, Acuerdo No 61 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria*. Tribunal Constitucional de La República Del Ecuador.

[https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento\\_acuerdo-ministerial-061.pdf](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_acuerdo-ministerial-061.pdf)

Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluentes. (2011). Norma de Calidad Ambiental y de descarga de efluentes: Recurso Agua. In *TULAS Texto unificado de legislación secundaria del Ministerio del Ambiente* (pp. 286–339).

Pascal, Á. (2019). *Predicción del comportamiento de la dbo 5, dco, sst, n*.

Payal, A., Rai, C. S., & Reddy, B. V. R. (2015). Analysis of Some Feedforward Artificial Neural Network Training Algorithms for Developing Localization Framework in Wireless Sensor Networks. *Wireless Personal Communications*, 82(4), 2519–2536. <https://doi.org/10.1007/s11277-015-2362-x>

Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP]. (2017). *AGUAS RESIDUALES*. [www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-en)

Quiñones, L., Ochoa, L., Kemper, N., Torres, O., Correa, J., & Soto, J. (2020). Artificial neural network to estimate an index of water quality. *Scielo*, 11, 109–120. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.633>

Quintero, L., & Cardona, S. (2012). Evaluación del tratamiento biológico para remoción de color índigo de agua residual industrial textil por un consorcio microbiano en lecho fluidizado. *Gestión y Ambiente*, 14(2), 105–113.

Raffo, E., & Ruiz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Journal of the American Chemical Society*, 17, 71–80. <https://doi.org/10.1021/ja00334a047>

Romero, T. de J., Rodríguez, H., & Mosqueda, A. (2016). Characterization of wastewater generated in a Cuban textile industry. *Scielo*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382016000300004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000300004)

Rumelhart, D. E., & Hintont, G. E. (1986). Learning Representations by Back-Propagating Errors. *Cognitive Modeling*, 323(2), 3–6. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1888.003.0013>

Samanta, K. K., Pandit, P., Samanta, P., & Basak, S. (2019). Water consumption in textile processing and sustainable approaches for its conservation. In *Water in Textiles and Fashion* (pp. 41–59). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102633-5.00003-8>

Sigcha, B., & Jordán, E. (2018). *Producción más limpia en el proceso de confección de*

tela en la industria Textiles Jhonatex. 1–8.  
[https://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/67271/1/SIGCHA\\_PACHA\\_BYRON\\_GENARO - 2018.pdf](https://redi.uta.edu.ec/bitstream/123456789/67271/1/SIGCHA_PACHA_BYRON_GENARO_-_2018.pdf)

Singh, K. P., Basant, A., Malik, A., & Jain, G. (2009). Artificial neural network modeling of the river water quality-A case study. *Ecological Modelling*, 220(6), 888–895. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2009.01.004>

Tungurahua Turismo. (2021). *Pelileo turismo*. <https://tungurahuatourismo.com/es-es/tungurahua/pelileo/ciudades/pelileo-turismo-aa562e1d1>

United Nations Climate Change News. (2018, September 18). *UN Helps Fashion Industry Shift to Low Carbon | UNFCCC*. <https://unfccc.int/news/un-helps-fashion-industry-shift-to-low-carbon>

Vališ, D., Hasilová, K., Forbelská, M., & Vintř, Z. (2020). Reliability modelling and analysis of water distribution network based on backpropagation recursive processes with real field data. *Measurement*, 149, 107026. <https://doi.org/10.1016/J.MEASUREMENT.2019.107026>

Vijayashanthar, V., Qiao, J., Zhu, Z., Entwistle, P., & Yu, G. (2018). Modeling Fecal Indicator Bacteria in Urban Waterways Using Artificial Neural Networks. *Journal of Environmental Engineering*, 144(6). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ee.1943-7870.0001377](https://doi.org/10.1061/(asce)ee.1943-7870.0001377)

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.



Indexaciones

