



Green World Journal

ISSN: 2737-6109

Ecology and sustainable development



Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.

CaMeRa

ISSN: 2737-6109

Volume 6 / Issue 3 / September – December 2023

Green World Journal

Volume 6 / Issue 3 / September – December 2023

Prof. Carlos Mestanza Ramón, Ph.D.

Editor-in-Chief

editor@greenworldjournal.com

Chimborazo Polytechnic School

Riobamba, Ecuador

carlos.mestanza@esPOCH.edu.ec

University of Calabria

Rede, Italy

mstcls88h06z605e@studenti.unical.it

University of Seville

Seville, Spain

cmestanza@us.es

Cover Design : CaMeRa Editorial

Cover Image : CaMeRa Editorial

Editorial Office

Vía Nueva Loja – El Coca Km3 – margen derecho, sector la playa; Nueva Loja, EC210150, Ecuador



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

CaMeRa
ISSN: 2737-6109

RESEARCH ARTICLE

El otro lado de la bioética: ¿Cómo es la experimentación en animales de vida silvestre en las universidades del Ecuador?

Carolina Castro-Cevallos^{1,2*}   Andrés Merino-Viteri³  Ángel Chicaiza⁴ 

¹ Programa de Maestría en Bioética. Facultad de Ciencias Filosófico-Teológicas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito 170525, Ecuador.

² Universidad Regional Amazónica Ikiam, Tena, Napo 150102, Ecuador

³ Laboratorio de Ecofisiología. Escuela de Ciencias Biológicas. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito 170525, Ecuador.

⁴ Facultad de Ciencias Socio Ambientales. Universidad Regional Amazónica Ikiam, Tena, Napo 150102, Ecuador

 Correspondencia: caro.castro.c1@gmail.com  + 593 969125781

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj63088>

Resumen: La experimentación con animales es un tema controversial debido a la cantidad de factores que inciden en su práctica y los diferentes enfoques que se consideran desde el punto de vista bioético. En este estudio se analizará el estado actual sobre las prácticas y principios bioéticos de los expertos en experimentación con Animales de Vida Silvestre (AVS) en las universidades del Ecuador. A través de una encuesta se evaluó a investigadores de diferente nivel académico de universidades ecuatorianas que realizan investigaciones con AVS. Se evidenció que el 75%, 59% y 43% de investigadores usan protocolos de captura, transporte y protocolos de eutanasia para AVS respectivamente. El principio bioético más conocido son las Tres R, los investigadores reconocieron dos de las cinco libertades del bienestar animal, mientras que el principio de Krogh es el menos conocido. Finalmente, todos los investigadores consideran la necesidad de crear un Comité Nacional de Bioética para experimentación con AVS en Ecuador. Se evidenció que el conocimiento de principios y prácticas bioéticas no están ligados a un nivel académico específico. El desconocimiento y falta de normativa nacional incide en el escaso conocimiento y aplicación sobre principios y prácticas bioéticas de los investigadores de AVS de las universidades ecuatorianas.

Palabras claves: Bioética, Animales silvestres, Principios, Universidades del Ecuador.



Cita: Castro-Cevallos, C., Merino-Viteri, A., & Chicaiza, Á. (2023). Bioética no antropocéntrica: ¿Cómo es la experimentación en animales de vida silvestre en las universidades del Ecuador? Green World Journal, 6(3).

<https://doi.org/10.53313/gwj063088>

Received: 16/Jun/2023

Accepted: 22/Sep/2023

Published: 24/Sep/2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

The other side of bioethics: How is the experimentation on wildlife animals in the universities of Ecuador?

Abstract: Animal experimentation is a controversial issue due to the number of factors that affect its practice and the different approaches that are considered from a bioethical point of view. In this study, the current state of bioethical practices and principles of experts in experimentation with Wildlife Animals (AVS) in the universities of Ecuador will be analyzed. Through a survey, researchers of different academic levels from Ecuadorian universities carrying out research with AVS were evaluated. It was evidenced that 75%, 59% and 43% of researchers use capture, transport and euthanasia protocols for AVS respectively. The best known bioethical principle are the Three R, the researchers recognized two of the five freedoms of animal welfare, while Krogh's principle is the least known. Finally, all the researchers consider the need of creating a National Bioethics Committee for experimentation with AVS in Ecuador. It was evidenced that the knowledge of bioethical principles and practices are not linked to a specific academic level. The ignorance and lack of national regulations affects the scarce knowledge and application of bioethical principles and practices of AVS researchers from Ecuadorian universities.

Keywords: Bioethics, Wildlife animals, Principles, Universities of Ecuador.

1. Introducción

En el campo de la bioética se han establecido diversos lineamientos, políticas y protocolos con el fin de esclarecer el constante dilema moral acerca del uso de animales no humanos, debido a que muchos de ellos se han utilizado como objeto experimental en el desarrollo científico y técnico de la humanidad [1]. Inicialmente, el uso de animales como modelos experimentales se justificaba en las características morfológicas y sus semejanzas con la fisiología humana, lo cual beneficiaría el proceso investigativo con fines antropocéntricos [2]. Con el pasar del tiempo la experimentación animal no solo se basó en organismos modelo en cautiverio sino que también se inició la investigación en fauna silvestre, más, toda actividad asociada al manejo de Animales de Vida Silvestre (AVS) generó dilemas éticos, los cuales se originaron por cuestionamientos a las prácticas de su manejo y/o manipulación con fines de investigativos, pues pueden ser de igual o mayor impacto que el causado en organismos modelo o en cautiverio [3].

La bioética, que promueve un conjunto de principios para guiar la interacción entre la raza humana y los seres vivos (tanto seres humanos como otras formas de vida), debe vincularse ahora más que nunca a la protección del medio ambiente. Porque sólo la cohesión de los valores morales y éticos de los ciudadanos con el respeto y cuidado del medio ambiente garantizará la mitigación del cambio climático y la supervivencia de las generaciones futuras. La bioética encuentra aplicación en muchas disciplinas y cuestiones humanas [1-3]. Desde debates sobre los límites de la vida, como el aborto o la eutanasia, hasta la maternidad subrogada, la asignación de órganos para trasplantes o el derecho a rechazar atención médica por motivos religiosos [2,3].

En el ámbito de la investigación con AVS, disciplinas como la ecología, el manejo de la vida silvestre y la biología de la conservación se centran en la gestión y preservación a largo plazo de especies o poblaciones bajo crecientes influencias humanas [4,5]. Esto conlleva la realización de estudios en el terreno con animales para validar hipótesis y elaborar estrategias de manejo. Sin embargo, este enfoque plantea preocupaciones éticas debido a las notables diferencias entre las condiciones de campo y las de laboratorio, así como la posibilidad de que el impacto negativo se extienda más allá del individuo estudiado, afectando a su grupo social, población y otros seres con los que interactúa. En este contexto, se vuelve crucial considerar el bienestar de la mayoría de los individuos en vida libre y aplicar los principios de las tres Rs, ejerciendo precaución en el manejo y en la cantidad de ejemplares recolectados o muestreados [5]. Además, dado que la conservación de la fauna silvestre implica frecuentemente la captura, manejo y transporte de animales, se deben seguir protocolos seguros que aborden una amplia gama de posibles contingencias [5,6]. La complejidad y diversidad de las situaciones en las que se emplean AVS

en la investigación subraya la necesidad de un análisis detallado de cada caso, en consonancia con los principios mencionados, y de discutir estos aspectos en equipos multidisciplinarios [6].

Los AVS experimentan de manera natural niveles considerables de sufrimiento causado por el entorno (hambre, heridas, enfermedades, depredación, etc.); por lo tanto, gran parte de la investigación que se realiza con AVS está dirigida a la conservación, es decir, orientada al bien de las poblaciones o especies, como consecuencia, el bienestar individual del objeto de estudio es considerado en segundo plano [7]. La investigación con AVS, presenta una problemática única tanto desde el punto de vista bioético, normativo y logístico, que debe ser analizada con objetividad y rigor [3,7]. En este sentido, se han enunciado una serie de aspectos que se recomiendan desde la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE), las cuales se han incorporado en gran parte de las normas nacionales en relación a la experimentación con animales [8], tal como se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Recomendaciones de la OIE a través del Código Sanitario para la manipulación de los animales terrestres. Adaptado de [8]

Información sobre:	Datos específicos requeridos:
Procedencia de los animales	Obtención de animales Documentación Estado sanitario del animal Animales genéticamente definidos Animales modificados genéticamente Especies en peligro Transporte, importación y exportación Riesgos de bioprotección
Instalaciones y condiciones ambientales	Ventilación Temperatura y humedad Iluminación Ruido
Zootecnia	Transporte Aclimatación Jaulas y corrales Enriquecimiento Alimentación Agua Camas Higiene Identificación Manipulación
Transporte	Origen GPS de los animales Documentación requerida Plan de transporte Características del transporte Personal responsable durante el traslado.

Existen una variedad de ideas y propuestas sobre cómo decidir cuál es el comportamiento ético hacia los animales, las cuales están basadas en principios bioéticos [7,9] y se resumen en la Tabla 2. Estos principios han evolucionado y han sido reforzados a partir de la implementación de varias teorías filosóficas sobre el cuidado y el valor del reino animal que han resultado ser la base de los códigos de bioética para experimentación con animales a nivel internacional [1,7].

Tabla 2. Principios bioéticos en la experimentación con animales [1,10–12].

Principio Bioético	Contenido	Objetivo
Principio de Krogh (1919), August Krogh	<ul style="list-style-type: none"> ● Mejorar la metodología ● Superar las limitaciones técnicas ● Comprender sistemas complejos y sutiles. 	Aprovechar las adaptaciones evolutivas de los organismos para resolver problemas biológicos particulares [10]. (Todos los principios bioéticos para experimentación con animales en el transcurso del tiempo se han inspirado en este principio)
Tres R (1959) de Russell y Burch.	<ul style="list-style-type: none"> ● <u>Reemplazo</u> de los animales en procedimiento experimentales invasivos por métodos sustitutos a su uso. ● <u>Reducir</u> al mínimo posible el número de animales utilizados en cada proyecto de investigación sin alterar su validez científica. ● <u>Refinar</u> los métodos experimentales aplicados para minimizar su sufrimiento. 	Garantizar el uso racional y respetuoso de los animales utilizados en la experimentación [1,11].
Las cinco libertades (1965), Roger Brambell.	<ul style="list-style-type: none"> ● Libre de sed, hambre y desnutrición mediante el acceso inmediato a una dieta para mantener la salud y el vigor. ● Libre de molestias térmicas y físicas: al proporcionar un entorno adecuado que incluye refugio y un área de descanso cómoda. ● Libre de dolor, lesiones y enfermedades, por prevención o diagnóstico y tratamientos rápidos. ● Libre de miedo y angustia, al proporcionar suficiente espacio, instalaciones adecuadas y la compañía de más animales similares o diferentes de acuerdo con su necesidad. ● Libre para expresar un comportamiento normal, de manera que se garantice condiciones que eviten el sufrimiento mental (angustia, estrés, entre otras). 	Cualquier animal que se encuentre en confinamiento debe tener suficiente espacio para permitir como mínimo los siguientes cinco comportamientos o actividades: lograr pararse, acostarse, dar la vuelta, estirar las extremidades y acicalar todas las partes del cuerpo [12].

Las consideraciones éticas y morales respecto al uso de los animales para prácticas educativas tienen diferentes visiones de acuerdo al punto de vista del involucrado, por ejemplo: para los estudiantes la enseñanza sobre la experimentación con AVS no constituyen de un interés básico, sin embargo, para el animal que está siendo experimentado es esencial mantener su vida [13]. Una de las formas éticas y moralmente aceptables para evitar la experimentación desmesurada con AVS es el uso de animales provenientes de bioterios (animales criados en laboratorio), más la experimentación con animales de bioterio deben estar alineados a los protocolos y normas locales e internacionales en relación con la distribución adecuada de los

especímenes y ambientes idóneos, para que las diferentes especies con fines educativos y científicos se desarrollen en un lugar adecuado que permita al animal desarrollar actividades propias de su especie [14].

En Latinoamérica las normas regulatorias con respecto a la bioética animal han estado dando sus primeros pasos, evidencia de esto es el auge de movimientos protectores de animales [7,15,16]. En el Ecuador, en general, existen más activistas protectores de derechos de animales de compañía que activistas protectores de AVS [16,17].

En la Constitución y Leyes Orgánicas ecuatorianas, los animales, así como la naturaleza son sujetos de derechos [18,19]. En la Ley Orgánica del Código Orgánico del Ambiente (COA) se reconoce a la experimentación, docencia e investigación como ámbitos para el manejo de fauna urbana y silvestre; adicionalmente se destaca que dentro de estos ámbitos existen prohibiciones en relación al maltrato, daño, muerte, abandono, hacinamiento, aislamiento, envenenamiento y publicación de material que promueva la violencia y la zoofilia [19].

En el ámbito educativo se prohíbe la experimentación y vivisección de especies por parte de los estudiantes en ningún nivel de su formación académica; sin embargo, en los institutos de educación superior, existen centros de investigación científica donde es indispensable el uso de animales para los procesos de enseñanza para la experimentación, en estos casos, existen una serie de protocolos que deben cumplirse para poder hacer uso de las diferentes especies animales para las prácticas bioéticas específicas [19]. Es decir, el COA aprueba los procesos de experimentación y vivisección animal en centros de investigación exclusivamente en casos donde no se puedan aplicar otro tipo de procedimientos y los cuales sean realizados únicamente por personas capacitadas, considerando para ello el principio internacional de las Tres R y los estándares internacionales de bioética [19]. A pesar de la existencia de normativa sobre el tema, no existen protocolos oficiales expedidos por las entidades gubernamentales que permitan su aplicación, por lo que la aplicación de principios bioéticos recae en los propios investigadores o las instituciones con las que colaboran [20].

En Ecuador, la bioética en investigaciones relacionadas con animales de vida silvestre está emergiendo como un tema de interés. Sin embargo, la incipiente atención hacia la bioética ha dejado una escasa comprensión general de la realidad de la experimentación con AVS en el país. Es esencial adquirir una visión más completa de la realidad en Ecuador en relación con este asunto, ya que esto nos permitirá identificar áreas que aún no han sido exploradas y abordar las lagunas que requieren nuestra atención. Dentro del contexto de este marco jurídico ecuatoriano, esta investigación busca comprender la realidad que existe actualmente en relación con las prácticas y conocimientos de principios bioéticos de investigadores asociados a las universidades del Ecuador, así como la realidad sobre la implementación de protocolos, normas de bioseguridad, y otros. También se busca conocer, si existen regulaciones por parte de comités de bioética institucionales que velen por el bienestar de los AVS en cualquiera de las fases de la investigación científica.

2. Materiales y métodos

Este estudio descriptivo adopta un enfoque no experimental de campo, que se centra en observar y describir la realidad de la experimentación con animales de vida silvestre (AVS). Este enfoque se eligió para obtener una comprensión más completa de las prácticas y comportamientos de los investigadores tal como se manifiestan en situaciones reales. La investigación se llevó a cabo desde el 6 de octubre de 2020 hasta el 31 de julio de 2021, y se llevó a cabo una búsqueda de investigadores en archivos públicos de la base de datos de la Secretaría Nacional de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Investigación (SENESCYT) de Ecuador, así como en perfiles disponibles en la plataforma en línea ResearchGate.

Se obtuvo un total de 58 candidatos potenciales, los cuales fueron contactados mediante llamadas telefónicas, correos electrónicos y redes sociales dependiendo de la información que se disponía de cada candidato. Los criterios de selección para cada participante fueron: Estar asociado a universidades ecuatorianas avaladas por la SENESCYT; haber tenido actividad

profesional enfocada al uso de AVS de tipo genético, celular, conductual, ecológico, fisiológico, extracción de fluidos y similares; tener experiencia profesional de mínimo 2 años o poseer una o más publicaciones indexadas sobre experimentación con AVS. Por otra parte, los criterios de exclusión fueron para profesionales que realicen estudios de tipo observacional, y no tengan ninguna interacción física con los AVS; que realicen investigación con AVS fuera del territorio nacional ecuatoriano; y finalmente, investigadores que realicen experimentación con animales domésticos o de granja con fines veterinarios.

Se realizó un instrumento tipo encuesta semiestructurada de 35 preguntas. Esta encuesta fue una adaptación del trabajo realizado por [21], los tópicos a ser evaluados fueron: 1. Información general, 2. Prácticas bioéticas y 3. Principios bioéticos, tal como se especifica en la Tabla 3. Esta encuesta y el proyecto fueron evaluados y aprobados por el Comité de Ética de la Investigación de Seres Humanos (CEISH) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) mediante el oficio CEI-87-2020 del 01.10.2020.

Tabla 3. Instrumento Bioética en investigaciones con AVS.

Tópicos a ser evaluados	Preguntas sobre:
Información General	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vinculación con alguna institución de educación superior ecuatoriana. ▪ Experiencia en el campo de la investigación con AVS. ▪ Artículos relacionados con la experimentación de AVS publicados en revistas indexadas. ▪ Campo de experticia del participante. ▪ Características (Género, Familia u orden filogenético) de los AVS usados para experimentación.
Prácticas Bioéticas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso de protocolos de captura de animales en su hábitat natural ▪ Uso de protocolos en el transporte de AVS. ▪ Conocimientos sobre las regulaciones que posee la universidad en la cual el participante colabora o trabaja. ▪ Normas de Bioseguridad en la investigación con AVS ▪ Uso de protocolos para la manipulación de AVS usados con fines experimentales. ▪ Aplicación de anestesia, sedantes, analgesia u otros. ▪ Uso de protocolos de eutanasia. ▪ Personal capacitado para la experimentación con AVS. ▪ Regulaciones éticas para la presentación de investigaciones que usan AVS en las entidades de educación superior con la cual el participante colabora.
Principios Bioéticos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocimiento y uso de principios bioéticos en la experimentación con AVS (Principio de Krogh, Tres R, Cinco libertades y bienestar animal).

Se realizó un instrumento tipo encuesta semiestructurada de 35 preguntas. Esta encuesta fue una adaptación del trabajo realizado por [21], los tópicos a ser evaluados fueron: 1. Información general, 2. Prácticas bioéticas y 3. Principios bioéticos, tal como se especifica en la Tabla 3. Esta encuesta y el proyecto fueron evaluados y aprobados por el Comité de Ética de la Investigación de Seres Humanos (CEISH) de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) mediante el oficio CEI-87-2020 del 01.10.2020.

Describe la zona de estudio de forma clara y precisa, recomendable poner un mapa, si corresponde.

3. Resultados

El equivalente al 55% (32 expertos) de la población total participaron en la investigación comprendiendo y aceptando los términos de la misma. Los 32 participantes fueron considerados como el 100% del conjunto de la muestra. El 72% participa en investigaciones ligadas a universidades privadas y un 28% a universidades públicas. Respecto al nivel de estudios, el 22% de los encuestados tienen un título de tercer nivel, mientras que un 78% posee estudios de cuarto nivel entre maestrías (28%) y doctorados (50%). Con relación al tiempo de experiencia en investigación con AVS el 53% tienen más de 10 años en la materia, le siguen los que poseen de 5 a 10 años de experiencia y de 1 a 5 años con un 29% y 18% respectivamente. La experiencia en el tema se evaluó con la participación en publicaciones científicas arbitradas. El 91% de los participantes cuenta con publicaciones como autor principal en revistas indexadas, otro 3% está en proceso de publicación y el 6% no ha realizado publicaciones como autor principal y tiene más de dos años de experiencia en experimentación. Acerca de los tipos de investigación, la mayoría de expertos tienen investigaciones orientadas a la obtención de material biológico (67%), seguidos de ecología (22%), fisiología (6%) y biomedicina (5%). Los AVS usados en estas investigaciones pertenecen a diferentes grupos taxonómicos, los cuales fueron: mamíferos, reptiles, anfibios y aves; algunos investigadores especificaron que trabajan con más de un género dentro de la misma familia, o con más de un tipo de grupo animal (Figura 1).

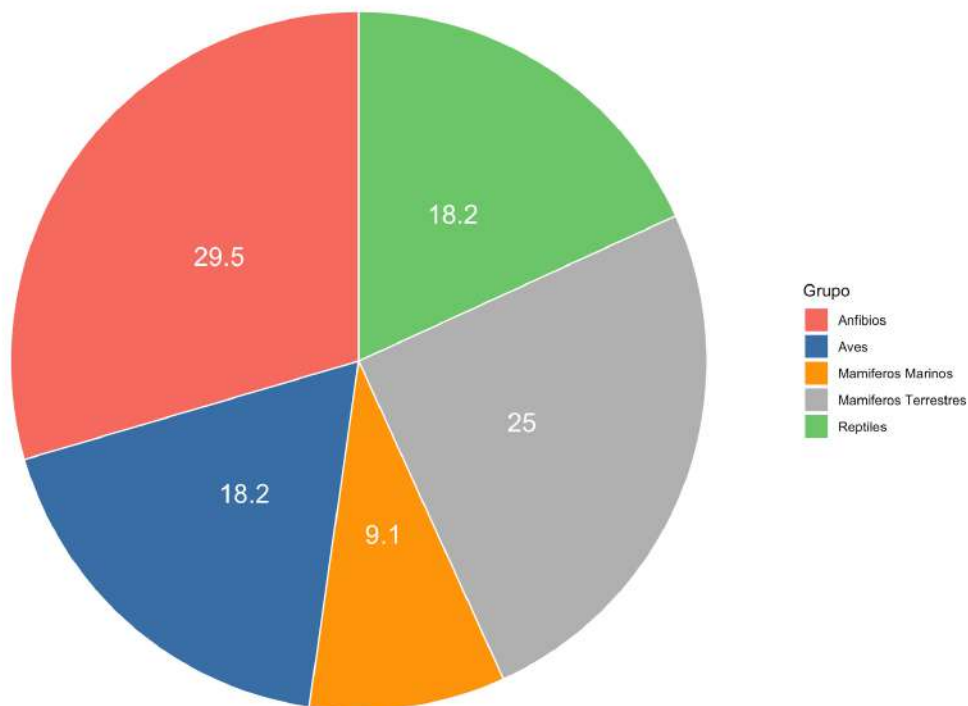


Figura 1. Especies de AVS utilizadas por investigadores de universidades ecuatorianas.

3.1. Prácticas basadas en protocolos para experimentación con AVS.

En lo que se refiere a la aplicación de protocolos, el 100% de los expertos encuestados utilizan protocolos de manejo de AVS de captura, transporte y eutanasia, tal como se especifica en Figura 2. Al profundizar en las preguntas relacionadas a las prácticas, en lo correspondiente a los protocolos de captura, el 75% utilizan protocolos propios y/o de otra autoría, 16% no utilizan protocolos, 9% desconocen la respuesta o no requieren usar este tipo de protocolos debido a que no capturan AVS, sólo requieren muestras o trabajan con huevos.

Por su parte, el protocolo para el transporte de animales es utilizado en el 59% de los casos, sin embargo, de este porcentaje el 6% manifestó que el tipo de protocolo adecuado depende del

tipo de AVS, por ejemplo en el caso de anfibios se suele utilizar fundas (plástico o tela), también se usan contenedores con tapas o hieleras (Figura 2).

En lo que respecta a los protocolos de eutanasia, el 56% de investigadores utiliza procedimientos propios sugeridos por la universidad o sugeridos por una institución diferente, donde el 44% de ellos utiliza insumos químicos y el 19% medios físicos. Los casos que no realizan eutanasia son debido a que no todas las investigaciones tienen un final de sacrificio del animal, ejemplo de ello es la investigación con AVS o muestras biológicas sin realizar daño extremo al animal.

En la Figura 2 también se muestran los protocolos utilizados en la experimentación con AVS y la aplicación de anestesia, sedantes y analgesias antes de los procedimientos de experimentación.

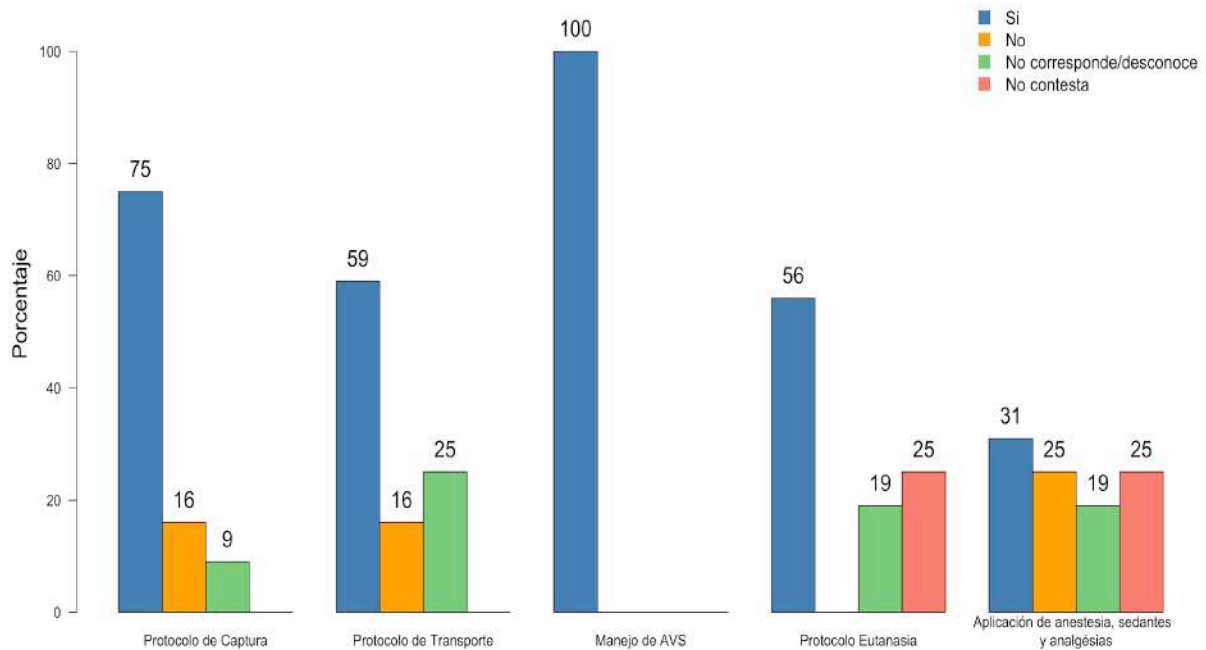


Figura 2. Protocolos utilizados para investigaciones con AVS.

Profundizando en los resultados de la última pregunta mostrada en la Figura 2 sobre aplicación de anestesia, sedantes y analgesias cabe resaltar que el insumo químico más utilizado por los encuestados para eutanasia es la lidocaína con 23,1% seguido por etanol, pentobarbital sódico y MS-222 con 15,4% cada uno. Mientras que de los seis participantes que afirmaron usar procesos físicos para la eutanasia el proceso usado con mayor porcentaje fue fractura cervical o dislocación cervical con un 50% seguido por presión torácica 33,3% y congelación con 16,7%, no obstante, el resto de participantes no ocupa ningún insumo químico o proceso físico porque sus investigaciones no aplican la eutanasia de animales (Tabla 4). En relación con la aplicación de anestesia, sedantes y analgesias previo al proceso de experimentación en procedimientos dolorosos, el 31% afirma utilizarlos, 25% no los utiliza, para el 19% no procede esta pregunta por qué el tipo de investigación que realizan no utilizan estos procedimientos, finalmente el 25% decidió no contestar la pregunta.

Tabla 4. Qué insumos químicos o procesos físicos utilizan los investigadores para realizar el proceso de eutanasia.

Insumo químico o proceso físico usado en eutanasia	n ^a	% de n	¿Conoce si están "prohibidos" o son de "uso restringido" en el Ecuador?			Prohibición respaldada en bibliografía
			Prohibido %	No Prohibido %	Prohibición Desconocida	
<i>Usa químico, fármaco o reactivo en el animal (13 de 32 participantes)^b</i>						
Lidocaína	3	23,1	0	15,4	7,7	NO
Etanol	2	15,4	0	7,7	7,7	NO ^c
Pentobarbita I sódico	2	15,4	7,7	7,7	0	NO ^d
MS-222	2	15,4	0	7,7	7,7	NO
Benzocaína	1	7,7	0	0	7,7	NO
Formol	1	7,7	7,7	0	0	NO ^c
Roxicaina	1	7,7	0	7,7	0	NO
<i>Utiliza métodos físicos (6 de 32 participantes)^e</i>						
Fractura/dislocación cervical	3	50	0	50	0	NO ^c
Presión torácica	2	33,3	0	16,7	16,7	NO ^c
Congelación	1	16,7	16,7	0	0	SI

^aCantidad de participantes que mencionaron que tipo de químico o proceso físico usa en el proceso de eutanasia.

^bLos porcentajes mostrados son considerados tomando en cuenta que la muestra total es de 13.

^cInsumo o proceso usado en grupos de animales específicos, no recomendados para todos.

^dInsumo químico restringido si se lo ocupa en mezcla con otros químicos.

^eLos porcentajes mostrados son considerados tomando en cuenta que la muestra total es de 6.

En cuanto al conocimiento de los investigadores sobre las regulaciones en la experimentación con AVS en las universidades ecuatorianas en las que trabajan, el 66% afirma conocerla y 34% las desconoce. Sobre las normas de bioseguridad en la investigación con AVS se encontró que el 66% del personal menciona estar debidamente capacitado, el 28% de investigadores capacita a sus colaboradores, un 9% lo hace por sus propios medios, el 44% busca capacitación como equipo de trabajo y el 19% lo recibe de la institución donde colabora. Al cuestionar al personal científico sobre las barreras sanitarias en el proceso de experimentación con AVS el 34% indicó que sí las usan, el 25% que no las usan y un 41% indicó que la pregunta no corresponde con el tipo de investigación que realizan; a partir de esto, el 75% de investigadores ratifican la necesidad de seguir normas de bioseguridad en el campo y laboratorio respectivamente, un 19% piensan que son necesarias en los casos que lo ameriten y un 6% indicó que su uso no se corresponde al tipo investigación que ellos realizan.

En cuanto a la emisión de permisos de bioética por algún centro de certificación como parte de las regulaciones éticas para la presentación, evaluación y aprobación de investigaciones que usan AVS, el 28.1% señaló que la universidad en la que colabora usa evaluaciones de comités de ética animal externas, el 31.3% menciona que no las usa, y el 40.6% desconoce la respuesta o estima que no se necesita certificación para el tipo de investigación que realiza. El 28.1% de

los entrevistados indicó que las universidades si realizan un seguimiento de la ética aplicada en experimentos con AVS, el 34.4% indicó que no existe el seguimiento, el 37.5% desconoce la respuesta sobre el seguimiento de un código de ética (Figura 3).

Al finalizar el grupo de preguntas correspondiente a las prácticas bioéticas que tienen los investigadores, se obtuvo que el 81.2% de los encuestados en este estudio consideran necesario crear un Comité Nacional de Bioética que pueda establecer normas y evalúe casos en el ámbito de la experimentación con AVS.

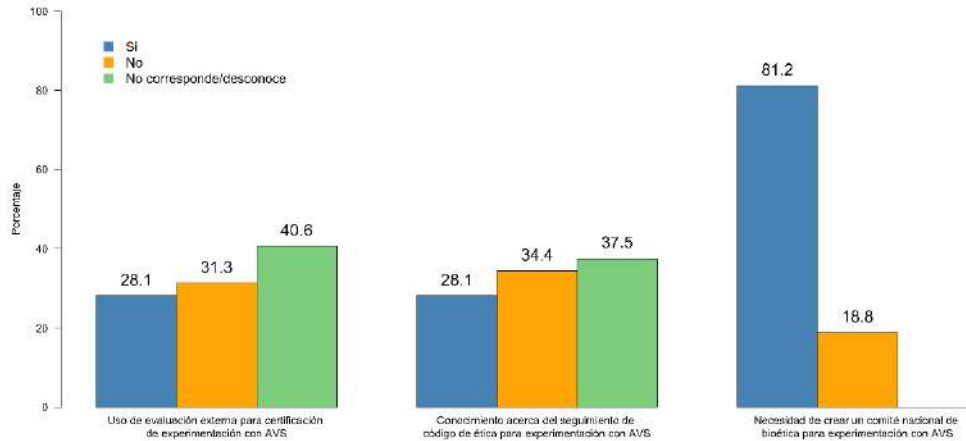


Figura 3. Conocimiento de las regulaciones éticas.

En el Figura 3 se muestra, por un lado, el conocimiento por parte de los investigadores acerca de las regulaciones específicas para la presentación de investigaciones que usan AVS en las universidades con las cuales el participante colabora.

El análisis de Kruskal–Wallis, demostró que no hay diferencia estadística entre los participantes con títulos de tercer nivel, master o doctorados en cuanto al conocimiento de prácticas basadas en protocolos de manejo de vida silvestre. Adicionalmente, las personas con título de tercer nivel muestran un comportamiento más homogéneo en sus conocimientos sobre prácticas y protocolos de manejo de fauna silvestre; en relación con los otros dos grupos académicos (Figura 4).

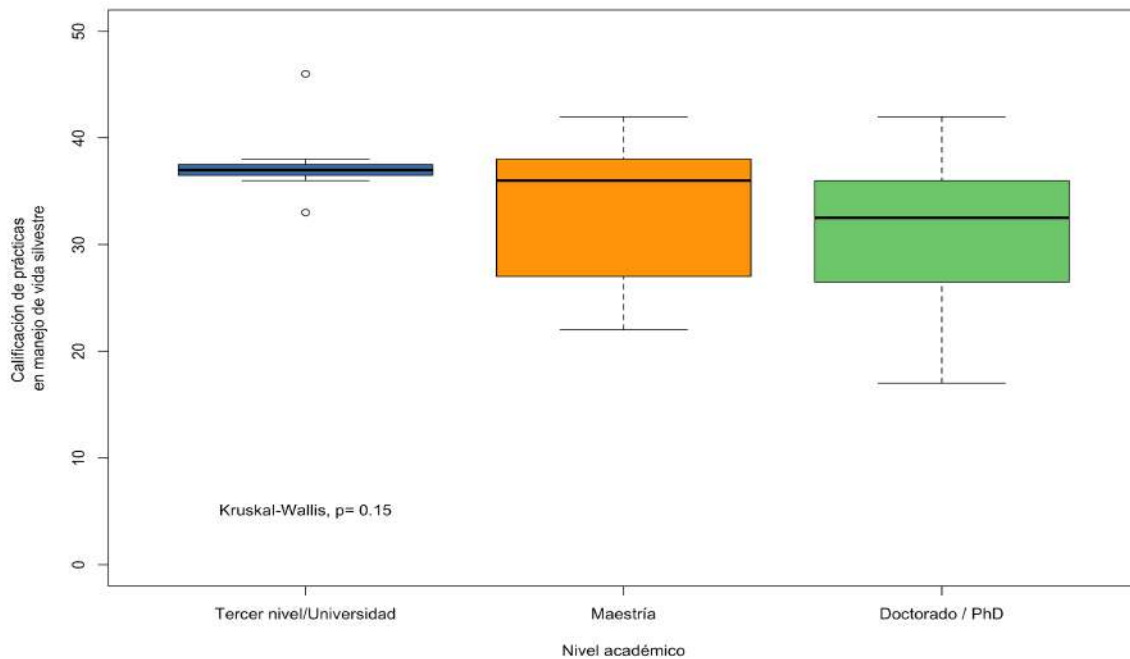


Figura 4. Diagrama de caja y valor-p de la prueba de hipótesis de Kruskal–Wallis sobre las prácticas basadas en protocolos de manejo de vida silvestre. Se puede observar que estadísticamente el grupo de participantes de tercer nivel muestran un conocimiento más homogéneo sobre las prácticas.

3.2. Principios Bioéticos en experimentación con animales.

Acerca del conocimiento de los principios bioéticos en experimentación con animales, los resultados arrojaron que los principios de las Tres R son los más conocidos a nivel científico mundial, al obtener el 100% de conocimiento sobre la aplicación y existencia del principio de refinamiento. De los tres principios que conforman las Tres R, se observó que el segundo principio más conocido y aplicado por los investigadores es el principio de la reducción del número de AVS en la experimentación con un 84%, y finalmente un 66% de investigadores afirmaron conocer el tercer principio de reemplazo, más, el 88% mencionaron en que en el caso con experimentación con AVS no es aplicable este principio, tal como se puede observar en la Tabla 5.

La mayoría de investigadores (88%) menciona que no ha utilizado un reemplazo de especímenes en sus experimentos por algún modelo artificial de experimentación, el 53% de los mismos recomienda el reemplazo del AVS por algún modelo artificial si fuera el caso. Con respecto al principio de reducción del número de AVS en las investigaciones, el 59% afirma que ocupa el número de especímenes dependiendo de la disponibilidad de los mismos, mientras que, el 22% y 9% respondieron que el número de AVS ocupados depende del protocolo utilizado, cabe mencionar que el 84% recomienda reducir el número de especímenes ocupados en la investigación. Finalmente, el 63% de encuestados mencionó que refina constantemente sus métodos de experimentación en base a los nuevos avances científicos y tecnológicos, con la finalidad de minimizar el dolor del animal, pero todos los investigadores (100%) sugieren refinar constantemente los protocolos usados.

Tabla 5. Principios de las Tres R

Principio Bioético de las Tres R	Participantes (n=32)	%
Reemplazar		
Si he reemplazado el espécimen silvestre de estudio por un modelo artificial de experimentación.	4	13
No he reemplazado el espécimen silvestre de estudio por un modelo artificial de experimentación.	28	88
Sí, recomiendo utilizar modelos artificiales para reemplazar el uso de animales de vida silvestre.	17	53
No recomiendo utilizar modelos artificiales para reemplazar el uso de animales de vida silvestre.	15	47
Reducir		
Protocolo experimental propio publicado o patentado	3	9
Protocolo experimental de otros autores.	7	22
Disponibilidad de la especie y/o sujetos de estudio.	19	59
Por criterio del Investigador.	3	9
Sí recomiendo reducir el número de animales utilizados en cualquier ensayo, siempre y cuyo no altere los resultados.	27	84
No recomiendo reducir el número de animales en un experimento.	5	16
Refinar		
Si actualizo los protocolos que usó con animales en base de nuevos avances para reducir el dolor en el sujeto de estudio.	20	63
No actualizo los protocolos que usó con animales en base de nuevos avances para reducir el dolor en el sujeto de estudio.	4	13
Pregunta no corresponde con el tipo de investigación que realizo.	8	25
Sí recomiendo el uso de protocolos actualizados o nuevas técnicas en los experimentos con animales.	32	100
No recomiendo el uso de protocolos actualizados o nuevas técnicas en los experimentos con animales.	0	0

Aunado a esta temática de principios bioéticos, el 59% de encuestados ratificó que sí es posible medir el bienestar de los AVS que se encuentren en cautiverio, de esta forma la mayoría de ellos (69%) opinó que un AVS que no tenga sed o hambre posee bienestar animal, las cuatro libertades restantes que cuantifican el bienestar animal obtuvieron menos aceptación por parte de los investigadores, mostrando los porcentajes de 6% (Acceso a un entorno artificial que simula el entorno natural del cual han sido extraídos), 3% (Buena salud, evitando heridas y lesiones), 6% (Evitar estrés, autoflagelación, canibalismo u otras conductas extremas dependiendo el animal estudiado) y 9% (Evitar lo máximo el sufrimiento o dolor del animal) respectivamente.

Para finalizar, con respecto al principio de Krogh, se obtuvo que un 53% de investigadores afirman que este principio no se aplicaría al tipo de investigación que realizan. Un 22% de los encuestados aseveran que no hay animales que se puedan criar en laboratorio para sustituir a los AVS en sus experimentos, pero, el 19% de los casos opinan que si existen organismos animales modelos que se pueden utilizar en dichas investigaciones; Finalmente el 6% de ellos desconocen si existen este algún tipo de animal de laboratorio que puedan reemplazar a los AVS, tal como lo podemos observar en la Tabla 6. Al profundizar en la pregunta, del 13 % que piensa que si es conveniente usar organismos modelo en lugar del animal silvestre de mis experimentaciones, sólo 3% (todos herpetólogos) indicaron que el modelo animal específico que se podría utilizar como sustituto de los AVS utilizados en la investigación, es *Rhinella marina*, otro 3% señaló que depende del tipo de AVS que se va a estudiar y finalmente, un 3% adicional indicó que se pueden utilizar especies reproducidas en cautiverio para fines comerciales que no son retiradas de la naturaleza y pueden contribuir con la experimentación.

Tabla 6. Principios Bioéticos: Bienestar animal, Cinco libertades y Principio de Krogh

Principio Bioético	Participantes (n=32)	%
Bienestar Animal		
Si se puede evaluar el bienestar animal de un sujeto de estudio que se encuentra en cautiverio.	19	59
No se puede evaluar el bienestar animal de un sujeto de estudio que se encuentra en cautiverio.	3	9
Pregunta no corresponde con el tipo de investigación que realizo.	10	31
Cuantificación bienestar animal: Cinco Libertades		
Los animales en confinamiento no deben tener hambre o sed.	22	69
Los animales en confinamiento deben tener acceso a un entorno artificial que simula el entorno natural del cual han sido extraídos.	2	6
Buena salud, evitando heridas y lesiones.	1	3
Comportamiento adecuado, al evitar signos de estrés, autoflagelación, canibalismo u otras conductas extremas dependiendo el animal estudiado.	2	6
Evitar lo máximo posible el sufrimiento o dolor del espécimen animal.	3	9
No es posible cuantificar el bienestar animal.	2	6
Principio de Krogh		
Si hay animales que se pueden criar en laboratorio para sustituir a los animales de vida silvestre de mis experimentos.	6	19
No hay animales que se puedan criar en laboratorio para sustituir a los animales de vida silvestre en mis experimentos.	7	22
Desconozco si existen otros animales que pueden ser usados en lugar de animales de vida silvestre que ocupo en mis experimentos.	2	6
Si es conveniente usar organismos modelo en lugar del animal silvestre de mis experimentos.	4	13
No es conveniente usar organismos modelo en lugar del animal silvestre de mis experimentos.	11	34
Pregunta no corresponde con el tipo de investigación que realizo.	17	53

El resultado que arrojó el análisis del test de Kruskal–Wallis sobre la comparación de conocimientos sobre principios bioéticos en los niveles de educación de tercer nivel, master y doctorado, fue que las personas con maestría presentan el conocimiento más homogéneo sobre principios bioéticos en experimentación de animales (Figura 6).

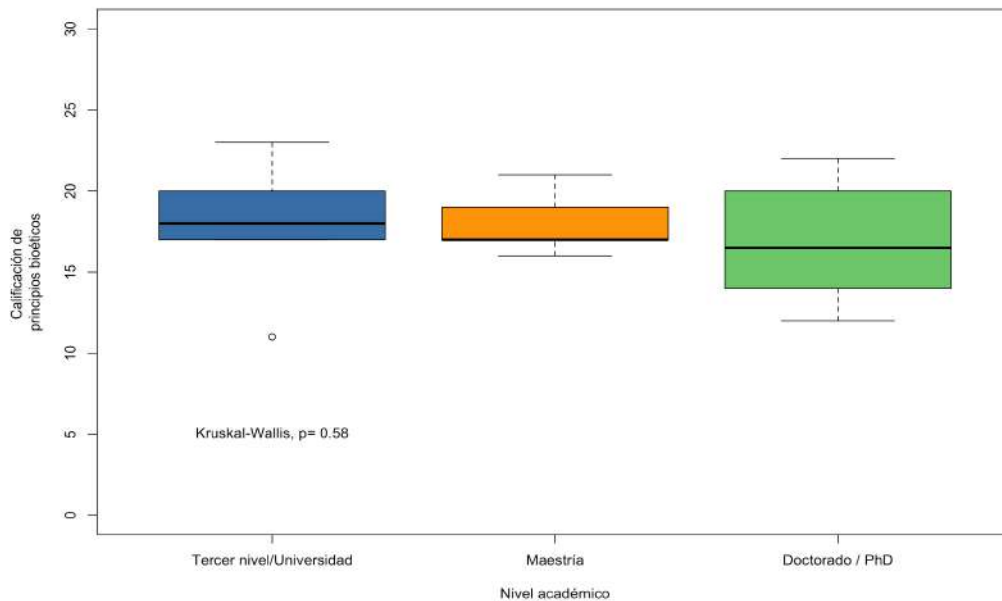


Figura 6. Diagrama de caja y valor-p de la prueba de hipótesis de Kruskal–Wallis de los principios bioéticos de experimentación animal.

4. Discusión y conclusiones

4.1. Prácticas basadas en protocolos para experimentación con AVS.

Toda universidad que realice experimentación debe reportar la información sobre el tipo de biodiversidad o recurso genético, sean animales, plantas o microorganismos sobre los cuales se está investigando a las correspondientes instituciones públicas que resguardan la biodiversidad ecuatoriana, ya sea que ocupen protocolos de sus mismas instituciones o basados en protocolos de instituciones externas. Algunos de estos institutos públicos de la República del Ecuador destinados a la investigación, son: Instituto Nacional de Investigación en Salud Pública–Leopoldo Izquieta Perez (INSPI), Ministerio del Ambiente, Agua y Transacción Ecológica del Ecuador (MAATE), el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) y el Instituto Nacional de Biodiversidad (INABIO); los cuales se dedican a innovar y regular la investigación y generación de conocimientos a partir de la biodiversidad ecuatoriana [22–24].

Se evidenció omisiones en los protocolos de captura, transporte y eutanasia que son procedimientos básicos para las investigaciones que exigen experimentación animal; uso de sustancias y herramientas prohibidas, por ejemplo, los hallazgos obtenidos muestran que existe un porcentaje importante de investigadores que desconocen si los insumos químicos o procesos físicos que utilizan para eutanasia se encuentran en la categoría de prohibido; en la actualidad el MAATE no ha emitido una lista de insumos químicos prohibidos en eutanasia, la entidad dentro de su guía de protocolos para la gestión de vida silvestre en el Ecuador continental menciona que “Las eutanasias deben ser realizadas con fármacos aprobados por normas nacionales e internacionales” [23], ante la ausencia de listados nacionales, se podría considerar que la Asociación Americana de Medicina Veterinaria (AVMA) declaró que el uso de pentobarbital sódico en la eutanasia mediante inyección es el método más humano para sacrificar a un animal, no obstante, también se menciona que el uso de pentobarbital sódico en combinación con agentes distintos a la fenitoína o lidocaína no son aceptados [25]. El proceso físico con resultado más común fue la dislocación cervical, más este procedimiento es el menos recomendado en

mamíferos [26], y el uso de congelamiento y etanol está dentro de las técnicas físicas prohibidas si el animal no se encuentra previamente inconsciente [25,27].

Los encuestados especificaron que la ausencia de una norma estándar nacional podría deberse también a la falta de códigos de ética que regulen la materia; más la mayoría de los investigadores se rigen a las normas internacionales para compensar esta ausencia, esto invita a reflexionar acerca de la necesidad de implementar dichas normas o códigos a sus prácticas con AVS. Es importante que las entidades gubernamentales se involucren otorgando permisos, certificaciones nacionales y realizando el seguimiento a todas las investigaciones con AVS, y de esta manera, validen y regulen el trabajo científico que se realiza [28]. Cabe mencionar que en el Ecuador, actualmente se dispone de centros de experimentación animal, así como de plantas y microorganismos, en distintas universidades, laboratorios farmacéuticos entre otros [24]. No obstante, algunas universidades se regularizan bajo un Comité de Ética de Investigación (CEI) en los cuales se evalúa proyectos e investigaciones tanto en seres humanos como en animales y plantas, como en el caso de la Universidad Politécnica Salesiana (UPS) sede Cuenca (Sánchez Álvarez 2017, 90). Otras instituciones poseen Comités de Ética para la Investigación en Seres Humanos (CEISH) más no poseen comités específicos para experimentación con animales como, por ejemplo: Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE), Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Universidad de las Américas (UDLA), Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), entre otras [22]. Existen muy pocas universidades que poseen un comité regulador para la investigación de animales con fines veterinarios como es el caso de la Universidad Central del Ecuador (UCE) [24]. Por tanto, al no existir un tipo de seguimiento para investigaciones de AVS previamente aprobadas, se evidencia una falta de compromiso de las autoridades regulatorias, lo que ocasiona problemas al trabajo ético y completo del investigador y su equipo de trabajo en el estudio, por tanto, las buenas prácticas en la investigación con AVS recae en la ética personal de cada investigador lo cual se relaciona directamente con la capacitación del investigador que ha de evaluar el estado de salud de los animales de forma rutinaria como una medida para garantizar resultados válidos y confiables.

Los resultados arrojaron que los investigadores, sin importar los grados académicos evaluados, tienen un comportamiento homogéneo en sus conocimientos sobre prácticas y protocolos de manejo de fauna silvestre. Es evidente, que los investigadores quienes trabajan en proyectos de experimentación utilizando AVS, desarrollan y emplean unas prácticas de investigación, que no solo se limita a contenidos o fórmulas, por el contrario, incluyen razonamiento, métodos y valores [29]. La ciencia responsable también implica abrir la puerta para que los científicos y las propias instituciones de investigación mantengan un debate franco con la sociedad en general sobre los proyectos en curso que utilizan animales, los objetivos de la investigación, los resultados y cómo se pueden mejorar estos procesos; de igual manera parte de esta ciencia responsable es que los programas de educación involucren información y completa sobre el manejo adecuado de los animales desde las aulas [29,30]; Por consiguiente podemos inferir que al tener similares programas educativos en materias asociadas al manejo de vida silvestre en todas las universidades ecuatorianas, existe un conocimiento similar sobre prácticas basadas en protocolos de manejo de vida silvestre en los participantes de nivel académico universitario.

4.2. Principios Bioéticos en experimentación con animales.

En cuanto a los principios bioéticos de las Tres R universales utilizados y reconocidos por los investigadores de este estudio, son practicados por apenas un poco más la mitad de la muestra debido a que, en primer lugar, son los principios más sugeridos en las diferentes normativas internacionales y nacionales y, en segundo lugar, no están aprovechando todos los recursos investigativos para favorecer el proceso de experimentación y reducir el daño, así como el sufrimiento, a las especies de estudio; entendiendo que este principio es aplicable en cada uno de los procesos de la investigación científica. A pesar que en la actualidad es muy creciente la concientización internacional a nivel investigativo de los principios de las Tres R, lo cual es el primer paso necesario para una conducta responsable ante el uso de animales en experimentación, la aplicación de estos tres criterios se encuentra a medio camino, ya que

actualmente hablar del desarrollo de tecnologías para el reemplazo de animales es un proceso lento y difícil [11,31]. En varios experimentos donde se utilizan animales son necesarios periodos largos de tiempo y varias pruebas para estandarizar un ensayo, además, implementar técnicas de reemplazo sin animales involucra desarrollar métodos nuevos y validar los mismos frente a la comunidad científica y las autoridades reguladoras nacionales e internacionales [32,33]. Por ello resulta fundamental que el personal encargado de las diferentes etapas del manejo de los animales y los mismos investigadores conozcan de qué se trata, indaguen, apliquen y publiquen nuevos métodos que resulten menos agresivos para los animales sin necesidad de alterar los resultados del estudio.

Por otro lado, a través de este estudio se logró evidenciar que, en cuanto a las cinco libertades, todos los encuestados identifican al menos una de las diferentes dimensiones que deben considerarse al momento de evaluar el bienestar animal, los tres cuartos de encuestados reconocen que el bienestar animal se orienta a que el animal no debe tener ni hambre ni sed, y dentro de este grupo la mitad de investigadores afirmaron que se necesitan las cinco libertades mínimas para que se pueda considerar que un AVS tiene bienestar animal. Tenemos que recordar que, El bienestar animal describieron inicialmente como los tres círculos de importancia: estado afectivo del animal (experiencia del dolor, entre otras), el funcionamiento biológico (presencia de lesiones, entre otras) y la vida naturalidad (acceso a un entorno artificial de aspecto natural), con el pasar del tiempo, se desarrollaron numerosos métodos para evaluar la calidad del bienestar animal, la mayoría de los cuales se centran en la fisiología, el comportamiento o la salud general de cada tipo de animal [34]. En los años sesenta, poder medir el bienestar animal se estableció que cualquier animal que se encuentre en confinamiento debe tener suficiente espacio para permitir como mínimo los siguientes cinco comportamientos o actividades, las cuales son: estar libre de hambre, sed y desnutrición, libre de miedo y angustia, libre de incomodidades físicas o térmicas, libre de dolor, lesiones o enfermedades y libre para poder expresar las conductas y pautas de comportamiento propias de su especie; tiempo después, la idea maduró y se extendió a cualquier animal que sea usados para fines de experimentación y se plasmó en las conocidas cinco libertades con sus respectivas disposiciones [32]. Al ser las cinco libertades una normativa ética relativamente “nueva” podríamos inferir que por esta razón un grupo pequeño de investigadores conocían la forma de evaluar correctamente el bienestar animal.

En cuanto al principio de Krogh, es un recurso útil y significativo en los estudios de experimentación con AVS lo que coincide con el estudio realizado por [2] en el que destaca que “el crecimiento de la biología estructural y funcional responden al desarrollo y aplicación de nuevos modelos animales que permiten comprender mecanismos biológicos, determinar anomalías en las funciones biológicas o valorar la efectividad de determinados tratamientos”. Sin embargo, su desconocimiento evidenciado en el presente estudio limita el alcance científico de la investigación al no comprender los beneficios que aporta para el conocimiento la aplicación de este principio en las diferentes fases del proceso investigativo, además que contribuye con el principio de las Tres R al reducir las especies utilizadas de forma innecesaria.

A diferencia de las prácticas basadas en protocolos de manejo de vida silvestre, el tema de principios bioéticos en experimentación con animales no se encuentra dentro del pensum de universidades ecuatorianas, lo que deja este tema como parte de la autoeducación de cada investigador si lo considera necesario. En esta investigación se obtuvo una tendencia de conocimientos homogéneos en investigadores con maestrías a comparación de los otros investigadores con niveles académicos diferentes. La ética es fundamental en la formación del profesional, porque constituye un soporte del desarrollo de la personalidad y carácter del sujeto, estos elementos en la actualidad se consideran componentes estructurales básicos de las capacidades profesionales, es evidente, que los valores fortalecen los saberes y determinan los procesos o prácticas en la investigación, privilegiando normas y prescripciones que regularizan la actuación del estudiante e investigador ante el trabajo científico [29,35]. Sin embargo, la diferencia de homogeneidad de conocimientos entre los tres niveles académicos fue muy estrecha, lo que nos declara que es necesario un estudio con mayor cantidad de participantes para lograr evidenciar si llegará a existir o no una diferencia visible.

El presente estudio englobó a todos los investigadores que se dedican a la experimentación con animales de vida silvestre en las universidades de Ecuador. Sin embargo, para enriquecer

aún más nuestra investigación, resulta crucial incorporar la perspectiva de los científicos que trabajan con AVS en instituciones de investigación tanto públicas como privadas.

Este estudio representa el primer paso para poner de manifiesto la ausencia de regulaciones en las universidades respecto a este tema y para estimular a estas instituciones a establecer comités de ética dedicados a la experimentación con AVS. El objetivo es promover prácticas éticas basadas en los principios fundamentales de la bioética en todas las fases de la investigación con animales de vida silvestre.

5. Recomendaciones.

Los hallazgos de este estudio invitan a determinar criterios bioéticos generales, que deberán contener como base los posibles y futuros códigos de bioética en experimentación con AVS de las universidades ecuatorianas, se sugiere los mencionados a continuación:

El primer paso para crear conciencia y aplicar las prácticas y principios bioéticos es conocerlos, el principio de las Tres R no es el único que existe y, por lo tanto, se recomienda a los investigadores de AVS de universidades que aprendan el resto de los principios básicos para una práctica ética y que no solo los conozcan, también, que los enseñen a sus alumnos y futuros investigadores.

El personal de un proyecto de investigación que involucre trabajo con AVS debe ser capacitado previamente al inicio del mismo. Esta capacitación también debe incluir el conocimiento del principio de Krogh por su significativa incidencia en el proceso de selección del número y tipo de especies a participar en la investigación de acuerdo al tipo de proyecto.

Capacitación previa a la manipulación de AVS de los protocolos a utilizar en la experimentación con AVS.

Verificación del tipo de cualquier sustancia química o proceso físico a utilizar en cualquier punto de la investigación con AVS y confirmación de la aprobación de la investigación por los entes o normativas correspondientes.

Exigir la aplicación de los principios bioéticos para el desarrollo de investigaciones que impliquen experimentación con AVS.

Apoyar la sugerencia de los investigadores en crear un comité nacional de bioética en experimentaciones con AVS, facilitarles el conocimiento de principios y prácticas bioéticas, así como incentivar a los investigadores que cada investigación que realicen lo ejecuten con un criterio ético y humanizado.

Contribución de autores: Conceptualización, C.C. y A.M.; metodología, C.C.; software, A.M.; validación, C.C.; análisis formal, C.C. y A.C.; investigación, C.C. y A.M.; recursos, C.C.; curaduría de datos, A.M.; redacción–revisión y edición, C.C., AM y A.C.; visualización, C.C., A.M.; supervisión, C.C., A.M. y A.C.; administración de proyectos, C.C. y A.M.; y adquisición de fondos, C.C., A.M. y A.C.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Leyton, F. *Los Animales En La Bioética: Tensión En Las Fronteras Del Antropocentrismo*; Herder Editorial, 2019; ISBN 8425442427.
2. Romero–Figueroa, B.P.; Gutiérrez–Figueroa, M.F.; del Consuelo Figueroa–García, M. Ethics and the Use of Animals in Experimentation. *Rev. del Hosp. Juárez México* **2017**, *84*, 60–62.
3. Porcher, J. *The Ethics of Animal Labor: A Collaborative Utopia*; Springer, 2017; ISBN 3319490702.
4. Olvera–Ramírez, A.M.; Cossío–Bayúgar, A. BIOÉTICA Y BIENESTAR ANIMAL EN INVESTIGACIONES CON FAUNA SILVESTRE. *FAUNA Nativ. EN Ambient. URBANOS* **1876**.
5. De la Rosa–Belmonte, S.J.; López–Carmen, F.; Ramírez–Hernández, J.E.; Sánchez–Núñez, O.J.; Guerrero–Arenas, R. Consideraciones Éticas En El Manejo de Animales En

- Campo y En Laboratorio. *Cienc. y Mar* **2013**, *17*, 45–54.
6. Curzer, H.J.; Perry, G.; Wallace, M.C.; Perry, D. The Three Rs of Animal Research: What They Mean for the Institutional Animal Care and Use Committee and Why. *Sci. Eng. Ethics* **2016**, *22*, 549–565.
 7. Dubois, S.; Fenwick, N.; Ryan, E.A.; Baker, L.; Baker, S.E.; Beausoleil, N.J.; Carter, S.; Cartwright, B.; Costa, F.; Draper, C.; et al. International Consensus Principles for Ethical Wildlife Control. *Conserv. Biol.* **2017**, *31*, 753–760, doi:10.1111/cobi.12896.
 8. Petrini, A.; Wilson, D. La Iniciativa de La Organización Mundial de Sanidad Animal En Materia de Bienestar Animal. *Chile EU Shar. Exp. Futur. Object.* **2005**, *13*.
 9. Marcos, A. A Experimentação Com Animais: Perspectivas Filosóficas. *Rev. Lasallista Investig.* **2014**, *11*, 11–22, doi:69531554002.
 10. Barcat, J.A. Bestiario Biomédico y El Principio de Krogh. *Medicina (B. Aires).* **2009**, *69*, 576–581.
 11. Ferdowsian, H.R.; Beck, N. Ethical and Scientific Considerations Regarding Animal Testing and Research. *PLoS One* **2011**, *6*, e24059.
 12. Webster, J. Animal Welfare: Freedoms, Dominions and “A Life Worth Living.” *Animals* **2016**, *6*, 2–7, doi:10.3390/ani6060035.
 13. Ortiz Millán, G. Víctimas de La Educación. La Ética y El Uso de Animales En La Educación Superior. *Rev. la Educ. Super.* **2016**, *45*, 147–170, doi:10.1016/j.resu.2016.01.010.
 14. Arias Mora, F.; León Mora, E.; Reyes Moreno, L. Percepción Del Uso de Animales de Laboratorio Para Docencia de Licenciatura En Farmacia. *Educ. Médica Super.* **2015**, *29*, 753–762.
 15. Aillon, V.A. Crónica Del Primer Encuentro de Bioética y Derecho Animal – Quito, 18 de Mayo de 2018. *Derecho Anim. Forum Anim. Law Stud.* **2018**, *9*, 198, doi:10.5565/rev/da.356.
 16. Hernández Bustos, M.B.; Fuentes Terán, V.M. La Ley Orgánica de Bienestar Animal (LOBA) En Ecuador: Análisis Jurídico. *Derecho Anim. Forum Anim. Law Stud.* **2018**, *9*, 108, doi:10.5565/rev/da.328.
 17. Aguilar Nájera, M.E. Bioética y Normatividad En El Uso de Animales En Investigación En América Latina, Instituto Politécnico Nacional México, 2009.
 18. Ecuador, A.C. Del Constitución de La República Del Ecuador. *Quito Trib. Const. del Ecuador. Regist. Of. Nro* **2008**, *449*, 79–93.
 19. COA Código Organico Del Ambiente. *Regist. Of. Supl. 983* 2017, 1–92.
 20. Sánchez, A.K. Redacción de Una Normativa de Ética y Bienestar En Investigación Con Animales, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, 2017.
 21. Contreras, A.L.; Linares, P.; Acosta, C.C.; Fraile, B. Bioética y Experimentación En Animales. Una Revisión de La Praxis Científica En México. *Rev. Colomb. Bioética* **2018**, *13*, 26–35.
 22. Velasco, A.-M. Propuesta de Ecuador Para La Formulación de La Estrategia Nacional de Biodiversidad: Vida Silvestre Estudio Nacional Obra Suministrada Por La Secretaría General de La Comunidad Andina. **2001**, 146.
 23. Ministerio del Ambiente – Ecofondo. Protocolos Para La Gestión de La Vida Silvestre En El Ecuador Continental. *Minist. del Ambient.* 2015, 127.
 24. Albarracín Torres, M.A. Investigación y Aplicación de Conocimientos. Bioética y Bidesarrollo Trabajo, Universidad Central del Ecuador: Quito, 2018.
 25. The Humane Society of the United States. *Manual de Referencia Sobre La Eutanasia*; Rhoades, R.H., Swift, W., Smith, M., Jones, M., Douglas, F., Eds.; Segunda Ed.; The Humane Society of the United States, 2013; Vol. 1;.
 26. Underwood, W.; Anthony, R. AVMA Guidelines for the Euthanasia of Animals: 2020 Edition. *Retrieved on March* **2020**, *2013*, 2020–2021.
 27. Close, B.; Banister, K.; Baumans, V.; Bernoth, E.-M.; Bromage, N.; Bunyan, J.; Erhardt, W.; Flecknell, P.; Gregory, N.; Hackbarth, H. Recomendaciones Para La Eutanasia de Los Animales de Experimentación: Parte 2. *Lab. Anim.* **1997**, *31*, 1–32.
 28. Society for Conservation Biology. *SCB's 29th International Congress for Conservation*

- Biology*, Rhoades, R.H., Swift, W., Smith, M., Jones, M., Douglas, F., Eds.; Segunda Ed.; The Society for Conservation Biology (SCB): Kuala Lumpur, 2013; Vol. 1;.
29. Reyes, L.; Carruyo, J.; Plata, D. Bioética de La Investigación En Experimentación Con Animales. *Multiciencias* **2016**, *16*, 87–94.
 30. Turner, P. V; Barbee, R.W. Responsible Science and Research Animal Use. *ILAR J.* **2019**, *60*, 1–4, doi:10.1093/ilar/ilz020.
 31. Mohan, S.; Huneke, R. The Role of IACUCs in Responsible Animal Research. *ILAR J.* **2019**, *60*, 43–49, doi:10.1093/ilar/ilz016.
 32. Mellor, D.J. Moving beyond the “Five Freedoms” by Updating the “Five Provisions” and Introducing Aligned “Animalwelfare Aims.” *Animals* **2016**, *6*, 1–7, doi:10.3390/ani6100059.
 33. Everitt, J.I.; Berridge, B.R. The Role of the IACUC in the Design and Conduct of Animal Experiments That Contribute to Translational Success. *ILAR J.* **2017**, *58*, 129–134, doi:10.1093/ilar/ilx003.
 34. Weary, D.M.; Robbins, J.A. Understanding the Multiple Conceptions of Animal Welfare. *Anim. Welf.* **2019**, *28*, 33–40, doi:10.7120/09627286.28.1.033.
 35. Garcés Giraldo, L.F.; Silvera Sarmiento, A.; Murillo Bocanegra, E.; Sepúlveda Aguirre, J. Propuesta de Una Nueva Promesa Bioética Para Los Científicos Que Emplean Animales En Sus Investigaciones (Parte II). *Civilizar* **2016**, *16*, 249–262, doi:10.22518/16578953.653.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Análisis de la interculturalidad en una institución de educación superior en la Amazonía norte del Ecuador

Sayda Chamba Melo¹  Geovana Pozo Tulcán^{1*}  Paca Oviedo Eras¹  Patricia Oviedo Eras.¹ 

¹ Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós Bilingüe Intercultural ISPIBMBR, Tecnología Superior en Medición y Monitoreo Ambiental.

✉ Correspondencia: rmucaramderoldos@institutos.gob.ec ☎ + 593 98 834 7844

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj63089>

Resumen: La interculturalidad reconoce y valora las diferentes identidades culturales presentes en una sociedad. Promover este enfoque en la educación garantiza que las voces y perspectivas de todas sean escuchadas. Si bien la interculturalidad ha sido tema de inclusión en la educación, luego de revisar la literatura se observó que existen muy pocos estudios sobre los desafíos del tema. Los objetivos de la presente investigación fueron: 1) Describir la situación histórica y actual de la interculturalidad en el ISPIBMBR; 2) Conocer la perspectiva de la comunidad educativa del instituto, respecto a la interculturalidad y 3) Establecer una estrategia que promuevan y realcen la interculturalidad en el ISPIBMBR. La metodología utilizada fue revisión bibliográfica y entrevistas semi estructuradas a actores claves. Los resultados concluyen que la interculturalidad dentro del instituto se lleva a cabo de manera eficaz, sin embargo se sugiere ciertas estrategias a aplicar para fomentar el espacio de inclusión sociocultural.

Palabras claves: Interculturalidad; inclusión; social; educación; culturas; indígenas; mestizos; ISPIBMBR.

Analysis of interculturality in a higher education institution in the northern Amazon region of Ecuador

Abstract: Interculturality recognizes and values the different cultural identities present in a society. Promoting this approach in education guarantees that the voices and perspectives of all are heard. Although interculturality has been a topic of inclusion in education, after reviewing the literature it was observed that there are very few studies on the challenges of the topic. The objectives of this research were: 1) To describe the historical and current situation of interculturality at ISPIBMBR; 2) To know the perspective of the educational community of the institute, regarding interculturality and 3) To establish a strategy to promote and enhance interculturality at ISPIBMBR. The methodology used was a literature review and semi-structured interviews with key actors. The results



Citation: Chamba, S., Pozo, G., Oviedo, P., & Oviedo, P. (2023). Análisis de la interculturalidad en una institución de educación superior en la Amazonía norte del Ecuador. *Green World Journal*, 06(02), 89

<https://doi.org/10.53313/gwj62089>

Received: 30 / Aug /2023

Accepted: 13/ Oct /2023

Published: 24/ Nov /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2022 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

conclude that interculturality within the institute is carried out effectively, however, certain strategies are suggested to be applied to promote the space for socio-cultural inclusion.

Keywords: Interculturality; inclusion; social; education; cultures; indigenous; mestizos; ISPIBMBR.

1. Introducción

Desde sus comienzos, la interculturalidad ha significado una lucha en la que han estado en permanente disputa asuntos como identificación cultural, derecho y diferencia, autonomía y nación [1]. No es extraño que uno de los espacios centrales de este debate sea la educación, como institución política, social y cultural: el espacio de construcción y reproducción de valores, actitudes e identidades y del poder histórico-hegemónico del Estado. Por eso mismo, el planteamiento de que la pluralidad cultural sea eje y deber educativo es substancial [2,3].

A partir de la década de 1990, existe una nueva actitud hacia esta en América Latina [4]. Un enfoque basado en el reconocimiento legal y una creciente necesidad de promover mejores relaciones entre los diferentes grupos culturales, enfrentando la discriminación, el racismo, formando ciudadanos conscientes de la diversidad y capaces trabajar juntos en el desarrollo del país y construir una sociedad justa, igualitaria e inclusiva [5,6].

En la reunión regional de especialistas sobre educación bilingüe (México, 1982), se recaló la necesidad de establecer políticas nacionales de plurilingüismo y multietnicidad, proponiendo, entre otras, la oficialización nacional o regional de las lenguas indígenas y políticas educativas globales [2]. Se acordó recomendar el cambio de la denominación hasta ese entonces utilizada de “educación bilingüe bicultural” por la de “educación intercultural bilingüe”, reconociendo que una colectividad humana nunca llega a ser bicultural debido al carácter global e integrador de la cultura, y a su carácter histórico y dinámico, siempre capaz de incluir nuevas formas y contenidos, en la medida en que nuevas condiciones de vida y necesidades así lo requieran [7]. La adopción del término intercultural –utilizado primero en los países andinos– fue asumido no como deber de toda la sociedad, sino como reflejo de la condición cultural del mundo indígena, “preparando al educando para actuar en un contexto pluricultural marcado por la discriminación de las etnias indígenas” [8].

La interculturalidad en la educación es esencial en un mundo cada vez más globalizado y diverso. Debido a que, promueve el respeto y la valoración de la diversidad cultural, permitiendo a las personas comprender y apreciar las diferentes formas de vida, pensamiento y expresión presentes en la sociedad [9]. Además, fomenta la inclusión social y la equidad, eliminando las barreras culturales que limitan el acceso a la educación y a otros recursos para ciertos grupos de la sociedad [10]. Es fundamental para la formación de ciudadanos globales responsables, capaces de comprender y valorar las diferencias culturales y trabajar juntos para abordar los desafíos globales de manera efectiva [11].

La globalización y la migración han generado una mayor diversidad cultural en las sociedades contemporáneas, lo que implica la necesidad de desarrollar estrategias educativas que promuevan la comprensión y el respeto hacia la diversidad cultural [12]. En este contexto, la educación intercultural se ha convertido en una herramienta fundamental para fomentar el diálogo y la convivencia entre personas de diferentes culturas. Uno de los principales objetivos de esta es promover el reconocimiento y la valoración de las distintas culturas presentes en una sociedad. Esto implica el conocimiento de las costumbres, tradiciones, valores, creencias y prácticas de los diferentes grupos culturales que coexisten en una misma comunidad [13].

En ese sentido, los objetivos de la presente investigación fueron: i) Describir la situación histórica y actual de la interculturalidad en el Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós Bilingüe

Intercultural (ISPIBMBR); ii) Conocer la perspectiva de la comunidad educativa del instituto, respecto a la interculturalidad en el ISPIBMBR y iii) Establecer una estrategia que promuevan y realcen la interculturalidad en el ISPIBMBR.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el “Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós–Bilingüe Intercultural” (ISPIBMBR) ubicado en la ciudad de Nueva Loja, cantón Lago Agrio, provincia de Sucumbíos. El ISPIBMBR fue creado el 31 de julio de 1981, el instituto tiene como misión “Formar profesionales con mentalidad creadora y emprendedora, mediante el aprendizaje, la investigación e interacción con la sociedad, enmarcados en la excelencia académica, con docentes capacitados, para fortalecer el desarrollo social, económico y cultural de la Región Amazónica” y como visión “Ser una Institución de Educación Superior Bilingüe Intercultural, reconocida y posicionada en la Región Amazónica, orientada por la calidad académica, en la formación de profesionales competitivos e innovadores, con valores humanísticos, sociales y culturales.”

El nombre del instituto rinde homenaje a Martha Bucaram de Roldós, una reconocida educadora y defensora de la educación intercultural en Ecuador. Su legado y compromiso con la promoción de la diversidad cultural en el ámbito educativo sirven como inspiración para el enfoque y los objetivos del instituto. A lo largo de los años, el Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós ha evolucionado y se ha consolidado como una institución líder en la formación de docentes comprometidos con la interculturalidad y la educación bilingüe. Ha desempeñado un papel fundamental en la preparación de profesionales que abogan por la inclusión y la valoración de las diversas expresiones culturales en el ámbito educativo. Actualmente, ofrece siete especialidades técnicas detalladas a continuación:

Tabla 1. Carreras ofertadas por el Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós–Bilingüe Intercultural

	CARRERAS
Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós-Bilingüe Intercultural	Tecnología Superior En Soldadura
	Tecnología Superior En Seguridad Y Prevención De Riesgos Laborales
	Tecnología Superior En Mecatrónica
	Tecnología Superior En Mecánica Industrial
	Tecnología En Desarrollo Infantil Integral
	Tecnología Superior En Medición Y Monitoreo Ambiental
	Tecnología En Automatización E Instrumentación

2.2 Métodos

En esta investigación, se llevó a cabo una metodología dividida en tres secciones para abordar los objetivos establecidos. La primera sección se centró en una búsqueda de información de publicaciones en páginas oficiales del instituto sobre la situación histórica y actual. La segunda sección se conoció la perspectiva de la comunidad educativa. Finalmente, se estableció una estrategia que promueva y realce la interculturalidad en el ISPIBMBR.

Para dar respuesta al primer objetivo sobre la situación histórica y actual del ISPIBMBR se realizó una revisión bibliográfica basada en publicaciones en fuentes oficiales del instituto. Además, se complementó con entrevistas y testimonios a exalumnos, docentes y personal administrativo sobre su conocimiento acerca de la institución. Una vez obtenidos los resultados de la búsqueda, se

procedió a la selección y evaluación de las fuentes. Se revisó los títulos, resúmenes y palabras clave de los documentos con el fin de determinar su pertinencia y relevancia con respecto al tema de estudio. Tras la selección de las fuentes pertinentes, se llevó a cabo la extracción de datos. Se leerán detenidamente los documentos seleccionados y se recopiló la información relevante relacionada con la situación histórica y actual en el Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós-Bilingüe Intercultural. Finalmente, Con los datos recopilados, se realizó un análisis crítico de la información y sintetizando los resultados.

Con respecto al segundo objetivo para conocer la perspectiva de la comunidad educativa, se realizó entrevistas semiestructuradas (Tabla 2), las mismas que se consideró una herramienta fundamental en esta investigación para recopilar datos cualitativos y obtener una comprensión profunda sobre el objetivo planteado. Se realizará una selección intencionada de participantes que representen a diferentes miembros de la comunidad educativa, como docentes, estudiantes y personal administrativo. Se buscó una diversidad de perfiles para obtener una perspectiva amplia y enriquecedora. Para ello, se consideró aspectos como la experiencia, la trayectoria educativa y la participación en actividades relacionadas con la interculturalidad, tomando como muestra a la rectora, docentes y estudiantes del ISPIBMBR. Las entrevistas se llevaron a cabo en un entorno propicio para la confidencialidad y la comodidad de los participantes. Se solicitó el consentimiento informado de cada participante antes de iniciar la entrevista. Finalmente, se utilizó técnicas de escucha activa y empatía para fomentar la participación abierta y sincera de los entrevistados.

Tabla 2. Preguntas para conocer la percepción de los miembros de la comunidad educativa.

Personas entrevistadas	Preguntas
Rectora del ISPIBMBR	1. ¿Cuál es su visión de la interculturalidad en el contexto educativo y cómo se refleja en la misión y objetivos del Instituto?
	2. ¿Cuáles han sido las principales iniciativas y políticas implementadas en el Instituto para promover la interculturalidad entre la comunidad educativa?
	3. ¿Qué impacto ha tenido la interculturalidad en el ambiente educativo y en las relaciones entre docentes, estudiantes y personal administrativo?
	4. ¿Cómo se ha abordado el enfoque bilingüe intercultural en el Instituto y cuáles han sido los logros y desafíos en este aspecto?
	5. ¿Qué medidas se han tomado para asegurar la formación y capacitación docente en temas de interculturalidad y educación bilingüe?
	6. ¿Cuáles considera que son los beneficios más significativos de promover la interculturalidad en el Instituto?
Docentes	7. ¿Cuáles son las metas y objetivos futuros en relación con la interculturalidad en el Instituto y cómo se planea alcanzarlos?
	1. ¿Cómo defines la interculturalidad en el contexto educativo y cuál crees que es su importancia para la formación de los estudiantes?
	2. ¿Cuáles son las principales prácticas y estrategias que implementas en tu enseñanza para fomentar la interculturalidad?
	3. ¿Qué impacto has observado en tus estudiantes al promover la interculturalidad en el aula?

- Estudiantes**
4. ¿Consideras que la educación bilingüe intercultural ha contribuido al fortalecimiento de la identidad cultural de los estudiantes? ¿En qué aspectos?
 5. ¿Cuáles consideras que son los principales desafíos o dificultades a los que te has enfrentado al promover la interculturalidad en tu labor docente?
 1. ¿Cómo defines la interculturalidad y qué significa para ti en tu experiencia educativa en el Instituto?
 2. ¿Has participado en actividades curriculares o eventos culturales que fomenten la expresión de tu cultura? ¿Cómo ha sido esa experiencia para ti?
 3. ¿Qué beneficios has experimentado al tener un enfoque intercultural en tu formación educativa?
 4. ¿Crees que la interculturalidad ha influido en la forma en que valoras y aprecias la diversidad cultural en tu entorno educativo?
 5. ¿Cuáles consideras que son los desafíos o dificultades que enfrentas al vivir y aprender en un entorno intercultural?
 6. ¿Qué actividades o iniciativas te gustaría ver implementadas en el Instituto para promover aún más la interculturalidad?

Finalmente, en la tercera sección, se estableció una estrategia que promuevan y realcen la interculturalidad en el ISPIBMBR. Una vez conocida la situación histórica y actual del ISPIBMBR, se empleó la técnica conocida como *juicio de expertos*, la cual implicó recopilar opiniones de profesionales expertos en el tema específico para evaluar la credibilidad de la investigación. Además, se llevó a cabo un conversatorio y una mesa redonda en los cuales participaron investigadores que aportaron diversas perspectivas con relación a la temática propuesta. Estas actividades permitieron enriquecer el análisis y la discusión con diferentes puntos de vista.

Tabla 3. Expertos involucrados en la estrategia para promover la interculturalidad.

Nombre	Edad	Género	Antecedentes educativos	Años de experiencia	Relación con el área
Experto 1	36	Masculino	Doctorado	10	Investigador
Experto 2	58	Masculino	Primaria	22	Miembro de comunidad
Experto 3	47	Femenino	Maestría	12	Docente externo
Experto 4	34	Femenino	Secundaria	8	Miembro de comunidad

3. Resultados

Después de establecer el proceso metodológico, se procedió a organizar los resultados obtenidos. Esta parte de la investigación aborda específicamente cada uno de los objetivos y previamente establecidos. Por tanto, se describe la situación histórica y actual sobre de la interculturalidad en el ISPIBMBR. Seguidamente, se da a conocer la perspectiva de la comunidad educativa. Finalmente, se proponen estrategias que promuevan y realcen la interculturalidad.

3.1. Descripción del estado histórico y actual de la interculturalidad en el Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós Bilingüe Intercultural

En sus primeros años de existencia, el Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós Bilingüe Intercultural se enfocó principalmente en ofrecer una educación de calidad en el ámbito pedagógico. Sin embargo, a medida que la sociedad ecuatoriana fue reconociendo la importancia de la interculturalidad y la valoración de la diversidad cultural, el Instituto comenzó a incorporar gradualmente estos principios en su enfoque educativo [14,15]. Durante esta etapa inicial, se llevaron a cabo esfuerzos para incluir contenidos relacionados con la diversidad cultural en los planes de estudio y se promovió la realización de actividades extracurriculares que destacaban la importancia de la interculturalidad. Esto sentó las bases para la construcción de una comunidad educativa inclusiva y respetuosa de la diversidad [16].

Con el tiempo, el Instituto experimentó cambios significativos en su enfoque educativo y se estableció como un referente en la promoción de la interculturalidad [17]. Se implementaron programas y proyectos específicos que buscaban fomentar el diálogo intercultural, el respeto mutuo y la valoración de las diferentes expresiones culturales presentes en el Instituto. Estos esfuerzos se vieron respaldados por el compromiso y liderazgo de la dirección del Instituto, que promovió políticas y estrategias encaminadas a fortalecer la interculturalidad en todos los niveles educativos. Se establecieron alianzas con comunidades locales y se fomentó la participación activa de docentes, estudiantes y personal administrativo en actividades interculturales [18].

A medida que el Instituto se consolidaba como un centro educativo bilingüe intercultural, se generaron experiencias enriquecedoras para la comunidad educativa. Los intercambios culturales, los festivales y eventos temáticos se convirtieron en espacios de aprendizaje y celebración de la diversidad cultural. No obstante, a pesar de los avances realizados, persisten desafíos en la implementación efectiva de la interculturalidad en el Instituto [19]. La falta de recursos adecuados, la necesidad de una mayor capacitación en temas de interculturalidad y la resistencia al cambio en ciertos sectores son algunos de los desafíos identificados.

En la actualidad, el instituto refleja un enfoque sólido y comprometido hacia la promoción y valoración de la diversidad cultural. Han trabajado en la incorporación de contenidos y enfoques que reflejen la diversidad cultural presente en la comunidad educativa. Asimismo, han buscado que los estudiantes adquieran una comprensión profunda y respetuosa de las diferentes culturas y expresiones culturales [15]. Promoviendo prácticas educativas inclusivas que valoran y respetan la diversidad cultural. Fomentando el diálogo intercultural, el intercambio de conocimientos y experiencias, y la participación activa de los estudiantes de diferentes orígenes culturales en el proceso educativo.

Por otro lado, se han realizado diversas actividades y eventos interculturales que permiten a la comunidad educativa compartir y celebrar la diversidad cultural. Estos eventos incluyen festivales, exposiciones, muestras de arte y presentaciones culturales. Estas actividades brindan oportunidades para que los estudiantes y el personal docente muestren y valoren sus propias culturas, así como para aprender de las culturas de los demás [15].

3.2. Perspectiva de la comunidad educativa

Con base en las respuestas proporcionadas por los estudiantes sobre su percepción de la interculturalidad y su significado en su experiencia educativa en el Instituto, se puede determinar que la interculturalidad se entiende como un proceso en el cual se fomenta la interacción y el diálogo entre personas de distintas culturas, reconociendo y valorando la diversidad cultural presente en el entorno educativo. Esta experiencia es enriquecedora y positiva, ya que promueve la convivencia

pacífica y el respeto mutuo entre los individuos, tanto entre maestros y estudiantes como entre los propios alumnos.

La interculturalidad en el ámbito educativo implica la creación de un ambiente inclusivo que respeta las tradiciones y valores culturales de cada persona, permitiendo así que se compartan expresiones culturales con tolerancia y apertura hacia lo diferente. Se destaca también la importancia del respeto hacia las opiniones y perspectivas de los demás, lo cual contribuye a una convivencia armoniosa y enriquecedora.

Además, se observa que la educación intercultural desempeña un papel fundamental al fomentar dinámicas inclusivas en los procesos de aprendizaje, socialización y convivencia dentro del Instituto. Esto se logra a través de programas y actividades que facilitan la interacción y el intercambio entre personas con identidades culturales diversas. En general, las respuestas de los estudiantes reflejan una percepción positiva de la interculturalidad en su experiencia educativa, destacando la ausencia de problemas de discriminación por diferencias culturales y resaltando el valor de la convivencia pacífica y enriquecedora entre diferentes nacionalidades y culturas presentes en el Instituto.

Por otro lado, acerca de su definición y experiencia en la participación de programas de interculturalidad se revela una perspectiva variada, pero con elementos comunes. Esta experiencia educativa es percibida de manera muy positiva por los estudiantes, quienes destacan la oportunidad de compartir expresiones culturales en un ambiente inclusivo. Las respuestas también resaltan la importancia de programas educativos que aborden y respeten la diversidad cultural, incluyendo la enseñanza de valores culturales y la promoción de la interacción entre diferentes culturas. Adicionalmente, algunos estudiantes mencionan la experiencia en eventos culturales fuera del Instituto, donde han tenido la oportunidad de representar su propia nacionalidad y compartir sus tradiciones con alegría.

Con respecto a la respuesta de la señora rectora del Instituto, la Ing. Deysi Jiménez, menciona que, el enfoque bilingüe intercultural ha sido abordado con desafíos y logros significativos. Uno de los desafíos identificados es lograr que la comunidad mestiza comprenda y valore la importancia del idioma quichua como su segunda lengua, además del aprendizaje del inglés. El Instituto ha iniciado un programa enfocado en el quichua con la finalidad de acercar a los estudiantes a esta lengua autóctona de la región, lo cual representa un reto en el proceso de sensibilización y promoción del idioma entre la comunidad educativa.

En cuanto a los logros, se destaca que el Instituto Marta Bucarán ha podido implementar exitosamente el programa de la lengua ancestral quichua, siendo uno de los diez institutos a nivel nacional que lo han incorporado. Esta inserción representa un avance significativo en el enfoque bilingüe intercultural, demostrando el compromiso de la institución en preservar y promover la lengua quichua como parte de la riqueza cultural de la región.

El desafío principal se centra en incentivar y motivar a los estudiantes para que participen voluntariamente en el programa de la lengua quichua, buscando su implicación y compromiso en esta iniciativa. Superar este desafío permitiría que más estudiantes puedan beneficiarse de esta experiencia intercultural y contribuir al fortalecimiento de la identidad cultural en el ámbito educativo.

Según las respuestas proporcionadas por la rectora del Instituto, se pueden identificar metas y objetivos claros en relación con la interculturalidad. La visión del Instituto es convertirse en un Instituto Intercultural Bilingüe reconocido a nivel de la región amazónica. Para lograrlo, se plantea la implementación de programas que promuevan el conocimiento y valoración de las distintas nacionalidades y pueblos presentes en la región. Se destaca el trabajo en el programa de la lengua ancestral como una forma de fortalecer la identidad cultural de los estudiantes y contribuir al rescate de tradiciones y costumbres propias de la región.

Además, se menciona la importancia de establecer el club de danza como un proyecto de vinculación, donde los estudiantes puedan aprobar horas de vinculación a través del rescate cultural

dentro del grupo de danza. Asimismo, se enfatiza en la necesidad de establecer objetivos claros que estén relacionados con el plan de gobierno y la interculturalidad. Entre estos objetivos se encuentran trabajar en proyectos de investigación y vinculación con las comunidades de nacionalidades indígenas en la provincia, con el propósito de rescatar su lengua, costumbres y comidas típicas, evitando la pérdida de estas tradiciones con las nuevas generaciones. En general, los objetivos futuros del Instituto en relación con la interculturalidad se enfocan en la promoción de la diversidad cultural y el respeto a las identidades de cada comunidad, enriqueciendo así la experiencia educativa de los estudiantes y fomentando un ambiente inclusivo y en sintonía con las raíces culturales de la región.

3.3. Estrategia que promueva la interculturalidad en el ISPIBMBR

Ecuador ha estado trabajando en la inclusión de la interculturalidad en la educación superior como parte de sus esfuerzos por promover la diversidad cultural y el respeto a las diferentes identidades y tradiciones presentes en el país[20]. La Constitución de Ecuador, promulgada en 2008, reconoce la plurinacionalidad y la interculturalidad como principios fundamentales. El Sistema de Educación Superior en Ecuador ha evolucionado en los últimos años para reflejar estos valores interculturales[21]. Se han implementado políticas y reformas en la educación superior para abordar la inclusión de las diversas culturas presentes en el país. Esto incluye la promulgación de la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) en 2010, que establece la obligación de las instituciones de educación superior de promover la interculturalidad y la plurinacionalidad en sus currículos y actividades[21–23].

Dado su carácter intercultural, la presente investigación propone una estrategia integral para promover la interculturalidad en el Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós–Bilingüe Intercultural. El objetivo principal es incrementar la comprensión y la colaboración intercultural entre estudiantes y el personal en general. Antes de desarrollar la estrategia, se llevó a cabo una evaluación exhaustiva de la situación histórica y actual en el instituto. Además, las entrevistas facilitaron la comprensión de la perspectiva de los actores principales “estudiantes, docentes y autoridades” sobre la diversidad cultural en el instituto.

La estrategia propuesta se centra en acciones concretas para abordar las áreas de mejora identificadas. Se implementarán talleres trimestrales de sensibilización intercultural para estudiantes y personal, brindando herramientas para superar estereotipos y prejuicios. Esta estrategia consiste en la implementación regular de sesiones educativas diseñadas para fomentar la comprensión y apreciación de diversas culturas dentro de un entorno social o educativo. Estos talleres se llevarán a cabo cada trimestre y están dirigidos a participantes de distintas procedencias culturales con el objetivo de promover la interacción armoniosa, el diálogo constructivo y la empatía mutua.

Cada taller se estructurará en torno a un tema intercultural específico, seleccionado de manera estratégica para abordar desafíos comunes en la convivencia multicultural. A lo largo de cada sesión, se explorarán conceptos clave relacionados con la diversidad cultural, los prejuicios y estereotipos, la comunicación intercultural efectiva y la valoración de las diferencias. Los talleres también ofrecerán un espacio seguro para que los participantes compartan sus propias experiencias culturales y reflexionen sobre cómo estas influyen en sus percepciones y actitudes. Para medir el impacto de los talleres, se recolectarán datos cualitativos y cuantitativos antes y después de cada sesión. Se utilizarán cuestionarios y evaluaciones de retroalimentación para medir los cambios en la percepción, actitudes y conocimientos de los participantes. Además, se realizará un seguimiento a largo plazo para evaluar si los participantes aplican las enseñanzas de los talleres en sus interacciones cotidianas y si se observan mejoras en la convivencia intercultural.

Otra estrategia que ayudará a fomentar la interculturalidad en el instituto es realizar un programa de mentoría entre estudiantes mestizos e indígenas. Constituyendo una iniciativa innovadora y

transformadora diseñada para incentivar la colaboración, el empoderamiento y el entendimiento intercultural. Con el objetivo de abordar desafíos relacionados con la diversidad cultural y promover un ambiente inclusivo, este programa facilitará conexiones significativas entre estudiantes mestizos e indígenas, creando un espacio enriquecedor de apoyo mutuo y crecimiento personal. La mentoría se basa en los valores de respeto, empatía y voluntariedad. Los mentores recibirán capacitación específica en competencia intercultural y sensibilidad cultural, lo que les permitirá entender las complejidades de las identidades y desafíos indígenas. Se fomentará una comunicación abierta y reflexiva para establecer una relación de confianza en la que los mentees se sientan escuchados y apoyados en sus objetivos personales y académicos. La evaluación del programa se realizará a través del monitoreo continuo de los progresos de los mentees y la recopilación de comentarios de los mentores y mentees involucrados. Se analizarán indicadores como el rendimiento académico, la autoconfianza y la percepción del apoyo recibido para medir el impacto en la integración y el bienestar de los estudiantes indígenas.

Por otro lado, en el ámbito científico-educativo, es primordial realizar investigaciones que aborde temas interculturales, desde el estudio de lenguas y tradiciones hasta la comprensión de problemas sociales y económicos relacionados con la diversidad cultural. Esto también ayudará a fomentar la empatía, la comprensión y la tolerancia entre diferentes grupos y comunidades. Esto contribuye a reducir los prejuicios y la discriminación, y fomenta la convivencia armoniosa en sociedades diversas. Además, se pueden identificar las barreras que afectan la convivencia entre diferentes culturas y se pueden desarrollar estrategias para superarlas. Esto es esencial para crear entornos sociales y comunitarios inclusivos. Documentar las lenguas, tradiciones y prácticas culturales ayuda a preservar la diversidad cultural y evitar la pérdida de patrimonio cultural valioso. Esto es esencial para mantener la identidad y la herencia cultural de diferentes grupos.

Bajo este contexto, se cree la necesidad de crear espacios más interactivos y dinámicos como clubes y realizar teatros. La estrategia de "Clubes para la promoción de la interculturalidad" se desarrolla como una plataforma inclusiva y dinámica que busca fomentar un espacio en el que individuos de diversos orígenes culturales puedan interactuar, compartir experiencias y aprender unos de otros. Los clubes se diseñan para ofrecer oportunidades concretas de intercambio cultural, diálogo abierto y construcción de puentes entre comunidades étnicas, lingüísticas y sociales diferentes. Cada club se enfocará en explorar una temática cultural específica, como gastronomía, música, danza, arte, literatura, tradiciones y más. La elección de la temática se basará en su relevancia para el contexto local y en su potencial para fomentar el entendimiento mutuo. Los clubes se reunirán periódicamente para llevar a cabo una variedad de actividades interactivas. Estas pueden incluir cenas temáticas donde se comparten platos tradicionales, talleres prácticos de artesanía, lecciones de baile y música, presentaciones culturales, charlas informativas sobre aspectos históricos y culturales, proyecciones de películas y más. Además de las reuniones regulares, los clubes pueden organizar eventos especiales que involucran a la comunidad en general. Estos eventos podrían incluir festivales culturales, exposiciones de arte, charlas de expertos en interculturalidad y actividades de sensibilización.

La medición de la eficacia de los clubes para la promoción de la interculturalidad es un paso crucial para evaluar su impacto y determinar si están logrando sus objetivos. Encuestas antes y después: Administra encuestas a los participantes antes de unirse al club y después de un período de participación. Pregunta sobre su comprensión de otras culturas, su sensibilidad intercultural y cómo han cambiado sus actitudes. Evaluación de la experiencia: Pide a los miembros que califiquen su experiencia en el club, preguntando sobre la calidad de las actividades, la interacción con otros miembros y si sienten que han aprendido y crecido interculturalmente. Pruebas de conocimiento: Administra pruebas antes y después de la participación en el club para medir el conocimiento adquirido sobre diferentes culturas, tradiciones y temas interculturales. Escalas de actitudes: Utiliza

escalas de actitudes para evaluar cualquier cambio en las actitudes de los participantes hacia la diversidad cultural, la tolerancia y la apertura a nuevas perspectivas.

4. Discusión

El resultado presentado describe la evolución y los logros del Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram de Roldós en su camino hacia la promoción de la interculturalidad en el ámbito educativo. A través de un enfoque gradual y comprometido, el instituto ha logrado avanzar en la construcción de una comunidad educativa inclusiva y respetuosa de la diversidad cultural. La estrategia propuesta destaca la importancia de acciones concretas para abordar desafíos y áreas de mejora, a la vez que resalta los logros alcanzados y las metas futuras.

La estrategia propuesta de implementar talleres trimestrales de sensibilización intercultural y programas de mentoría entre estudiantes indígenas y mestizos demuestra una comprensión profunda de los desafíos actuales y la búsqueda de soluciones prácticas. Estas acciones pueden ayudar a superar los prejuicios y estereotipos, así como fomentar la integración y el intercambio cultural en el campus. Además, la iniciativa de incluir el quichua como parte del enfoque bilingüe intercultural resalta el compromiso del instituto en preservar y promover las lenguas autóctonas y las tradiciones locales.

La investigación también muestra una percepción positiva por parte de los estudiantes en relación con la interculturalidad en su experiencia educativa. Destacan la ausencia de problemas de discriminación por diferencias culturales y resaltan el valor de la convivencia pacífica y enriquecedora entre diferentes nacionalidades y culturas presentes en el Instituto. Esto subraya el éxito de las políticas y estrategias implementadas hasta el momento, que han contribuido a crear un ambiente inclusivo y respetuoso. Por otro lado, los desafíos identificados, como la falta de recursos adecuados y la resistencia al cambio en ciertos sectores, son comunes en procesos de implementación de enfoques interculturales. Estos desafíos resaltan la importancia de un enfoque sistemático y sostenido para superar las barreras y avanzar hacia una educación verdaderamente intercultural.

5. Conclusión

En conclusión, la interculturalidad en el entorno educativo es un enfoque valioso que promueve la valoración y comprensión de la diversidad cultural, fomentando la convivencia pacífica, el diálogo y la interacción respetuosa entre personas de distintas culturas. La implementación de programas y estrategias que favorezcan esta convivencia inclusiva resulta fundamental para construir sociedades más tolerantes, abiertas y enriquecidas por la riqueza cultural que cada individuo aporta. En conjunto, estas respuestas apuntan a la relevancia de la interculturalidad en el contexto educativo y su influencia positiva en el desarrollo de los estudiantes. La interculturalidad en el Instituto favorece la formación de individuos más tolerantes, respetuosos y conscientes de la riqueza cultural presente en su entorno. Además, el ambiente inclusivo y diverso que se promueve en el Instituto contribuye a la creación de una comunidad educativa más cohesionada y enriquecedora para todos sus miembros.

La interculturalidad en la experiencia educativa de los estudiantes del Instituto es entendida como una valiosa oportunidad de interacción y convivencia entre diferentes culturas. Esta experiencia es valorada positivamente debido a la ausencia de discriminación y al fomento de un ambiente inclusivo, donde se promueve el respeto y el diálogo entre los diversos grupos culturales. La promoción de la interculturalidad en el ámbito educativo contribuye al desarrollo integral de los estudiantes, generando individuos más abiertos, tolerantes y conscientes de la riqueza cultural que los rodea. Es fundamental que las instituciones educativas continúen fomentando la interculturalidad

como parte esencial de la formación de ciudadanos comprometidos con la diversidad cultural y social.

Por otro lado, enfoque bilingüe intercultural en el Instituto ha enfrentado retos significativos relacionados con la valoración y promoción del quichua como segunda lengua, especialmente entre la comunidad mestiza. No obstante, el logro de implementar con éxito el programa de la lengua ancestral quichua resalta el compromiso de la institución en enriquecer su enfoque educativo con la preservación de la diversidad cultural. El reto futuro consiste en seguir motivando a los estudiantes a participar en esta iniciativa y fortalecer así la identidad cultural y la interculturalidad en el Instituto. Estas acciones contribuyen a construir una comunidad educativa más inclusiva y respetuosa de las raíces culturales propias, en concordancia con los principios constitucionales y el reconocimiento de la diversidad lingüística y cultural del país.

Finalmente, la visión del Instituto como un centro educativo intercultural y bilingüe se traduce en metas y objetivos concretos que buscan el reconocimiento y valoración de las diferentes nacionalidades y pueblos presentes en la región amazónica. A través de programas de lengua ancestral, el fortalecimiento del club de danza y el desarrollo de proyectos de vinculación con las comunidades indígenas, el Instituto se propone mantener y rescatar las tradiciones culturales propias, evitando su pérdida y promoviendo un ambiente educativo enraizado en la riqueza cultural del país. Estas acciones se alinean con el propósito de formar ciudadanos comprometidos con la diversidad y el respeto a las distintas identidades culturales, contribuyendo así al enriquecimiento y fortalecimiento de la interculturalidad en el Instituto y en la región amazónica en su conjunto.

Contribución de autores: Los autores contribuyeron en todos los apartados.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Walsh, C. Interculturalidad Crítica y Educación Intercultural. *Inst. Int. Integr. del Conv. Andrés Bello* 2011.
2. Patricia, T.; Hooker, R. ¿Es Posible La Interculturalidad En Contextos Multiculturales o Solo Es Un Concepto de Moda? ¿Cómo Se Vive Desde La Educación Superior? *Rev. Univ. del Caribe* 2019, 23, 7–13, doi:10.5377/RUC.V23I2.8923.
3. Viaña, J.; Tapia, L.; Walsh, C. Construyendo Interculturalidad Crítica. *Inst. Int. Integr. del Conv. Andrés Bello* 2010.
4. Vera Ferrão, M. EDUCACION INTERCULTURAL EN AMERICA LATINA: DISTINTAS CONCEPCIONES Y TENSIONES ACTUALES. *Estud. pedagógicos* 2010, 36, 333–342, doi:10.4067/S0718-07052010000200019.
5. Chiodi, F.; Citarella, L.; Massimo, A.; Zuñiga, M. La Educación Indígena En América Latina. 1990.
6. Mato, D. Educación Superior, Diversidad Cultural e Interculturalidad En América Latina. 2018.
7. Bonetti, C.; Bustamante, F.; Parra, A.V. Educación Intercultural Bilingüe y Enfoque de Interculturalidad En Los Sistemas Educativos Latinoamericanos. *Avances y Desafíos*. 2018.
8. Coral, M.; Achicanoy, A.; Delgado, L.; Melo, J. *La Etnoeducación En La Constitución Política de 1991: Base de La Diversidad*; Universidad Cooperativa de Colombia, 2017; ISBN 958-8325-25-5.
9. Sáez Alonso, R. La Educación Intercultural. *Rev. Educ.* 2008.
10. Lizana Contreras, L.N.; Villar Medina, M.E. Estudio de Casos Como Estrategia Para Promover La Interculturalidad. *Inst. Pedagógico Nac. Monterrico* 2019.

11. Podestá González, S.P.; Álvarez Valdivia, I.M.; Morón Velasco, M.; Podestá González, S.P.; Álvarez Valdivia, I.M.; Morón Velasco, M. Formación Docente En Competencia Intercultural ¿Cómo Se Desarrolla? Evidencias Desde Un Prácticum Orientado a Fomentarla. *Psicoperspectivas* **2022**, *21*, 111–123, doi:10.5027/PSICOPERSPECTIVAS-VOL21-ISSUE1-FULLTEXT-2543.
12. González, S.Á. La Relevancia Del Enfoque Intercultural En El Aula de Lengua Extranjera. *Rev. Nebrija Lingüística Apl. a la Enseñanza Lenguas* **2011**, 40–58, doi:10.26378/RNLAEL59155.
13. Leiva, J. EDUCACIÓN INTERCULTURAL Y CONVIVENCIA DESDE LA PERSPECTIVA DOCENTE Intercultural Education and Coexistence since Teaching Perspective. *Profesorado. Rev. Currículum y Form. Profr.* **2010**, *14*, 251–274.
14. Alberto Bustos-Patiño, C.; Alexandra Alulema-Aimara, F.; Alejandro Loza-Martinez alejandro, K. Análisis de La Implementación de Un Módulo Didáctico Portátil de Visualización Para La Enseñanza de Sistemas Scada. *Polo del Conoc.* **2023**, *8*, 649–672, doi:10.23857/PC.V8I3.5328.
15. Senescyt INSTITUTO SUPERIOR PEDAGÓGICO INTERCULTURAL BILINGÜE MARTHA BUCARAM DE ROLDOS – Senescyt – Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación Available online: <https://www.educacionsuperior.gob.ec/instituto-superior-pedagogico-intercultural-bilingue-martha-bucaram-de-roldos/> (accessed on 7 August 2023).
16. Melo, S.C.C.; Efraín, V.L.; Flores, G.C.A.; Chimborazo, W.W.Q. La Comunicación: Un Proceso Social, Científico, Tecnológico En El Proceso de Enseñanza – Aprendizaje de La Asignatura de Electrotecnia En El Instituto Superior Pedagógico Intercultural Bilingüe Ab. Martha Bucaram de Roldós. *ConcienciaDigital* **2020**, *3*, 132–144, doi:10.33262/concienciadigital.v3i2.1.1227.
17. Mena, M.L.B.; Robelly, J.E.D. Comunicación Asertiva Como Facilitadora de Los Procesos Educativos. *Polo del Conoc.* **2023**, *8*, 1332–1349, doi:10.23857/PC.V8I1.5140.
18. Liliana Carlota Soria-Noroña; Alejandro Loza-Martínez, K.; Alexandra Alulema-Aimara, F.; Alexander Aguilar-Arrobo, Y. Implementation of a Quadrupeo Robot for Monitoring Temperature, Soil Humidity and Gases, In Tomato Crops in Greenhouses. *Polo del Conoc.* **2022**, *7*, 264–285, doi:10.23857/PC.V7I4.3824.
19. Liliana Carlota, S.-N.; Alejandro Loza-Martínez, K.; Alexandra Alulema-Aimara, F.; Alexander Aguilar-Arrobo, Y. Implementation of a Quadrupeo Robot for Monitoring Temperature, Soil Humidity and Gases, In Tomato Crops in Greenhouses. *Polo del Conoc. Rev. científico – Prof. ISSN-e 2550-682X, Vol. 7, Nº. 4, 2022* **2022**, *7*, 11, doi:10.23857/pc.v7i4.3824.
20. Rodríguez-Cruz, M.; Rodríguez-Cruz, M. Construir La Interculturalidad. Políticas Educativas, Diversidad Cultural y Desigualdad En Ecuador. *Íconos. Rev. Ciencias Soc.* **2018**, *60*, 217–236, doi:10.17141/ICONOS.60.2018.2922.
21. Ávila, R. *El Neoconstitucionalismo Transformador: El Estado y El Derecho En La Constitución de 2008*; Editorial Abya-Yala, 2011; ISBN 9978229841.
22. Álvarez, Y. Pluralismo Jurídico Posdesarrollista En La Constitución de Montecristi. *Foro Rev. Derecho* **2020**, 7–23.
23. Arellano, A.C. Educación Intercultural Bilingüe En El Ecuador: La Propuesta Educativa y Su Proceso. *Alteridad* **2008**, *3*, 64–82.



© 2022 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Análisis Tenso-Deformacional Del Talud Ubicado En La Avenida Mariscal Sucre Sector La Comuna

Erick Avellán¹  Jorge Carrera¹  Diego Sánchez¹ 

¹ Universidad Central de Ecuador, Avenida Universitaria 170521, Quito – Ecuador.

✉ Correspondencia: dmsanchezo@uce.edu.ec  + 593 99 254 0970

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj62090>

Resumen: La estabilidad de taludes es una actividad muy importante en la prevención de deslizamiento de tierra. Un deslizamiento, si se produce en una zona urbana, puede provocar pérdidas económicas y humanas. El presente estudio aborda la problemática de la estabilidad del talud ubicado en el tramo de la Av. Mariscal Sucre comprendido entre la vía de acceso al teleférico y el acceso al túnel de San Juan bajo diferentes condiciones de saturación y la incidencia de un evento sísmico. El objetivo principal está enfocado en investigar el comportamiento mecánico del suelo bajo diferentes factores desencadenantes de deslizamiento. Se tomaron muestras alteradas e inalteradas que fueron posteriormente procesadas en laboratorio, se obtuvo una clasificación del material que constituye el cuerpo del talud, así como sus propiedades mecánicas responsables de su resistencia al esfuerzo cortante. Una vez realizado el análisis se llegó a la conclusión que el contenido de humedad y el factor sísmico son la combinación crítica capaz de llevar al talud a un estado de equilibrio límite e incluso provocar la falla de este.

Palabras claves: Talud, estabilidad, desencadenante, evento sísmico, deslizamiento

Tensile-Deformational Analysis of the Slope Located on Mariscal Sucre Avenue, La Comuna

Abstract: Slope stability is a very important activity in preventing landslides. A landslide, if it occurs in an urban area, can cause economic and human losses. The present study addresses the problem of the stability of the slope located in the section of Av. Mariscal Sucre included between the access road to the cable car and the access to the San Juan tunnel under different saturation conditions and the incidence of a seismic event. The main objective is focused on investigating the mechanical behavior of the soil under different landslide triggering factors. Altered and unaltered samples were taken and subsequently processed in the laboratory, a classification of the material that constitutes the body of the slope was obtained, as well as its mechanical properties responsible for its resistance to shear stress. Once the analysis was carried out, it was concluded that the moisture content and the seismic factor are the critical combination capable of bringing the slope to a state of limit equilibrium and even causing its failure.

Keywords: Slope, stability, trigger, seismic event, landslide.



Cita: Avellán, E., Carrera, J., & Sánchez, D. (2023). Análisis Tenso-Deformacional Del Talud Ubicado En La Avenida Mariscal Sucre Sector La Comuna. Green World Journal, 06(03), 090. <https://doi.org/10.53313/gwj63090>

Received: 11/aug /2023
Accepted: 31/oct /2023
Published: 01/nov /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license. Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introducción

La ciudad de Quito, Ecuador, está rodeada de laderas, al finalizar el año 2021 y durante el año 2022 ocurrieron deslizamientos de tierra en laderas que colindan con varias avenidas perimetrales de la ciudad [1] [2] [3]. Este fenómeno es capaz de ocasionar graves daños a la propiedad pública como a la privada y en eventos extremos puede traer consigo consecuencias fatales. La susceptibilidad para que ocurra un deslizamiento está condicionado principalmente por la erosión del suelo, acciones antrópicas, superficies de falla de deslizamientos previos, movimientos sísmicos, entre otros [4].

Las carreteras construidas en zonas muy accidentadas provocan que se presentan taludes de pendientes pronunciadas [2]. Gran parte de los taludes que colindan con las principales avenidas perimetrales de la ciudad comparten una geometría y configuración geotécnica similar, Peñafiel [3] indica que la ciudad de Quito al estar rodeada de volcanes es lógico que gran parte del suelo esté conformado por materiales del mismo origen considerados como suelos rígidos. Los suelos rígidos (cangahuas), en estado seco son mucho más resistentes que en un estado elevado de humedad, por lo que se llega a inferir que el material pierde resistencia en la medida que el contenido de humedad en su estructura aumenta [6].

A lo largo de la avenida Mariscal Sucre son notables los deslizamientos localizados a lo largo del cuerpo del talud, lo que refleja la susceptibilidad de una futura falla de una escala mayor. Para el desarrollo de este estudio se eligieron las zonas con deslizamientos localizados considerables y en donde la erosión de la superficie era más evidente. Con las condiciones anteriores, en conjunto con la alta incidencia de precipitaciones al año y por el alto peligro sísmico, la zona definida para el análisis reúne las características propicias para ser considerada como crítica para la ocurrencia de un deslizamiento de tierra importante que afecte a los usuarios de la infraestructura vial.

Considerando todos los factores expuestos anteriormente surge la necesidad de responder la pregunta: ¿Cuál de los siguientes desencadenantes: sismicidad, deterioro y contenido de humedad, ¿será capaz de provocar la pérdida de estabilidad del talud localizado en la avenida Mariscal Sucre? Para responder a esta interrogante se planteó realizar un análisis del comportamiento del suelo que conforma el cuerpo del talud considerado en este estudio. Para alcanzar este propósito se realizaron ensayos de laboratorio con el fin de establecer la clasificación del suelo y la resistencia característica al esfuerzo cortante. Con los resultados obtenidos se realizó el análisis de estabilidad para diferentes estados de acción de los desencadenantes mencionados.

Durante la recopilación de resultados y considerando los parámetros de clasificación y resistencia al corte del suelo surge la hipótesis que posiblemente el factor sísmico, el deterioro o el contenido de humedad será el desencadenante crítico responsable de la pérdida de estabilidad que traerá como consecuencia el deslizamiento de una importante masa de suelo del talud. Con toda la información recopilada durante el desarrollo de este proyecto hemos llegado a resultados determinantes sobre la incidencia de los principales agentes desestabilizadores y su incidencia sobre la estabilidad del talud, objeto de este estudio.

2. Materiales y métodos

Esta investigación presenta tres etapas. La primera etapa corresponde al trabajo de campo, en esta etapa se obtienen las muestras de suelo presentes en el talud. La segunda etapa corresponde a los ensayos de laboratorio requeridos para obtener los parámetros de suelo necesarios para el análisis. La tercera etapa corresponde al análisis del talud usando los datos recopilados en las dos primeras etapas.

2.1. Reconocimiento de la zona de estudio

La zona delimitada para el desarrollo de este estudio abarca una longitud total de 2000 metros comprendidos entre el acceso al teleférico de Quito y el acceso al túnel de San Juan. De acuerdo con los estudios realizados por Aguiar [4] el suelo de la zona puede clasificarse como un material de resistencia media de origen volcánico conformado, en gran parte, por suelos rígidos. Para el desarrollo de este proyecto de investigación se realizó un recorrido en esta zona.

Durante el recorrido se observaron secciones del talud en donde habían ocurrido deslizamientos previos, esta fue la principal condición para establecer una sección como crítica para su posterior análisis. Bajo este criterio se tomaron 5 secciones críticas del talud donde se notaba el alto grado de erosión de la superficie y un perfil topográfico irregular. La ubicación de las secciones críticas se muestra en la figura 1 y en la figura 2.



Figura 1. Secciones críticas 1 al 4 del talud con alto nivel de deterioro y deslizamientos localizados previos.



Figura 2. Sección crítica 5 del talud con alto nivel de deterioro y deslizamientos localizados previos.

2.2. Toma de muestras alteradas

Una vez definidas las secciones críticas del talud se tomaron muestras de suelo alteradas por debajo de la capa vegetal, aproximadamente 20 cm por debajo de la capa superficial. Se tomaron un total de 17 muestras alteradas a lo largo de todo el cuerpo del talud en las secciones críticas seleccionadas.

2.3. Toma de muestras inalteradas

En base a una clasificación preliminar del suelo se decidió tomar un bloque de suelo inalterado (Figura 3) en la parte superior e inferior en cada una de las secciones críticas del talud. Con método de calicata a cielo abierto.



Figura 3. Extracción y moldeado in-situ de bloque de suelo inalterado.

2.4. Clasificación SUCS del suelo

De acuerdo con Das [5], el análisis mecánico del suelo consiste en determinar los diferentes tamaños de partículas del suelo. Se realizó el análisis granulométrico del suelo por medio de tamizado mecánico en base a la norma ASTM D6913-17 [6]. Seguido se realizó la prueba de los límites de plasticidad del suelo con la copa de Casagrande en base a la norma ASTM D4318-18 [7].

2.5. Gravedad específica del suelo

Para determinar la gravedad específica de los sólidos se usaron picnómetros normalizados con capacidad de 250 ml, se realizó la prueba en base a la normativa ASTM D854-14 [8]. Durante la clasificación del suelo se presentaron casos de frontera que categorizaban al suelo como limo y/o arcilla. Por esta razón se realizó el estudio de hidrometría para constatar el contenido de partículas de arcilla en los casos de frontera. Esta prueba se realizó en base a la normativa ASTM D7928-17 [9].

2.6. Ensayo de corte directo

Debido a la baja cohesión del suelo, varias no fue posible moldear probetas cilíndricas para la ejecución de un ensayo triaxial. Por este motivo se optó por realizar un ensayo de corte directo para determinar las propiedades mecánicas de las muestras inalteradas de suelo. La prueba se realizó para esfuerzos de confinamiento de 0.5, 1 y 2 kg/cm² en base a la normativa ASTM D3080-04 [10].

Debido a las condiciones de cohesión de una de las muestras fue posible realizar el moldeado de probetas cilíndricas (Figura 4) de dimensiones adecuadas para el ensayo de corte triaxial. Al igual que en el ensayo de corte directo la prueba se realizó para esfuerzos de confinamiento de 0.5, 1 y 2 kg/cm² tomando como referencia la normativa ASTM D2850-15 [11].



Figura 3. Extracción y moldeo in-situ de bloque de suelo inalterado.

2.7. Análisis de estabilidad usando software

Con los resultados obtenidos de las pruebas realizadas en el laboratorio se realizó el análisis de estabilidad de talud usando la herramienta informática GEO5 (Figura 5). Para el análisis de estabilidad de taludes se consideraron los métodos propuestos de Janbu, Spencer y Sarma [12]. En una evaluación preliminar de la estabilidad, se consideró el método de Bishop. Este arrojó resultados erróneos por a la topografía irregular del talud [13]. Debido a esta irregularidad, se cambió la superficie de falla, de una circular a una poligonal. La superficie de falla poligonal considera la topografía irregular del terreno y las superficies de falla de los deslizamientos previos en cada una de las secciones en estudio.

Para considerar el efecto de la fuerza sísmica, se aplicó el método de Mononobe Okabe para determinar los factores de aceleración horizontal y vertical. En base a lo que establece la AASHTO [14] se utilizaron las ecuaciones (1) y (2):

$$Kh = \frac{2}{3} * a_g * Fa \quad (1)$$

En donde Kh es el factor de aceleración horizontal del sismo, ag es el factor de aceleración del sitio, Fa es el valor máximo de amplitud del sismo en función del tipo de suelo

$$Kv = \frac{4}{9} * a_g * Fa \quad (2)$$

En donde Kv es el factor de aceleración vertical del sismo, ag es el factor de aceleración del sitio, Fa es el valor máximo de amplitud del sismo en función del tipo de suelo.

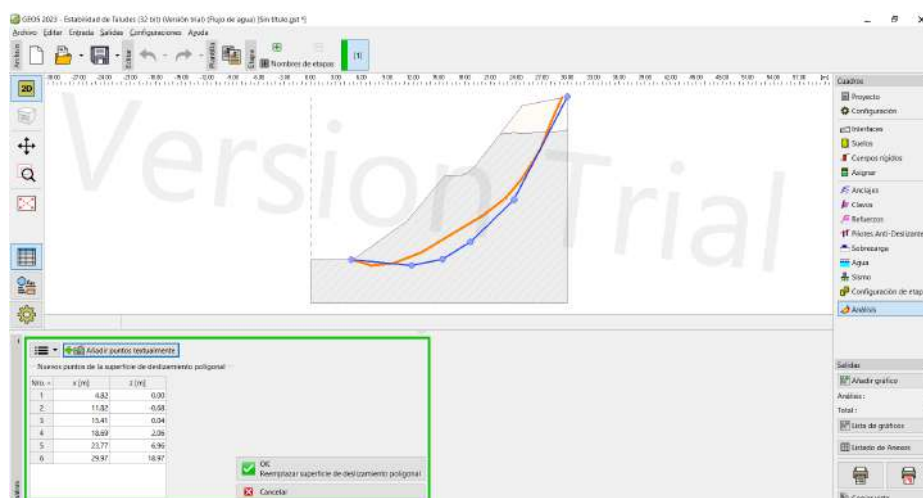


Figura 5. Modelación de una de las secciones críticas del talud utilizando la herramienta informática GEO5.

3. Resultados

Procesadas cada una de las muestras alteradas tomadas en las secciones críticas del talud se categorizó al material como un limo de baja compresibilidad (ML) con moderado contenido de arena. Durante la realización del ensayo granulometría por tamizado todas las muestras ensayadas presentaron un material pasante en masa, por el tamiz N°200, en un rango de entre 50 a 80% del total de material tamizado. Esto indica que efectivamente se trata de un suelo compuesto por gran parte de material fino. Realizada la prueba de límites de consistencia del suelo con la copa de Casagrande el índice de plasticidad de las muestras en rangos que oscilan entre el 1.48% hasta el 6.96%. Bajo estos resultados y según la carta de plasticidad de Casagrande [15] se categoriza al suelo como un ML. Sin embargo, en 4 casos de las muestras (L2M2, L3M3, L4M4, L5M1) procesadas se presentó un caso de frontera que clasificaba al suelo como una arcilla de baja compresibilidad (CL). Por esta razón se realizó la prueba de hidrometría para comprobar el contenido de partículas de arcilla en las muestras mencionadas. El resultado fue concluyente ya que el máximo contenido de arcilla encontrado en las muestras fue de un 7%. En la tabla 1 se presenta un resumen de los tipos de suelo que conforman el talud en estudio.

Esta sección puede dividirse por subtítulos. Debe proporcionar una descripción concisa y precisa de los resultados experimentales, por lo general responderá a su hipótesis, objetivo o problema.

Tabla 1. Clasificación SUCS de muestras alteradas del talud ubicado en la Av. Mariscal Sucre.

Clasificación de SUCS de Suelo		
Lugar	Código	SUCS
L1	L1M1	SM
	L1M2	ML
	L1M3	ML
	L1M4	ML
L2	L2M1	ML
	L2M2	ML
	L2M3	ML
	L2M4	ML
L3	L3M1	ML
	L3M2	ML
	L3M3	ML
L4	L4M1	ML
	L4M2	ML
	L4M3	ML
L5	L4M4	ML
	L5M1	ML
	L5M2	ML

Con las muestras inalteradas se calculan las relaciones fundamentales del suelo (Tabla 2). Se obtiene el peso específico de las partículas sólidas, este valor está en un rango de 2.52 a 2.60. Por otra parte, el suelo en condiciones de humedad natural presenta un grado de saturación que oscila entre 20 % y el 57% que representa el porcentaje de ocupación de líquido en los espacios vacíos del suelo.

Tabla 2. Relaciones fundamentales del suelo del talud en estudio.

Lugar	Código	γ_w g/cm ³	Gravedad Específica Gs	Relación de Vacíos e	Porosidad n	Contenido de Humedad %	Grado de Saturación %
L1	L1MI-1	1.26	2.58	1.49	0.6	12.12	20.94
	L1MI-2	1.26	2.59	1.17	0.54	5.41	12.01
L2	L2MI-1	1.39	2.6	0.89	0.47	13.58	39.77
	L2MI-2	1.57	2.6	0.83	0.45	9.28	29.1
L3	L3MI-1	1.66	2.53	0.98	0.49	21.92	56.69
	L3MI-2	1.66	2.55	1.32	0.57	18.84	36.55
L4	L4MI-1	1.44	2.56	1.02	0.5	13.7	34.36
	L4MI-2	1.34	2.56	1.07	0.52	16.54	39.49
L5	L5MI-1	1.25	2.54	1.35	0.57	15.52	29.24
	L5MI-2	1.27	2.52	1.34	0.57	18.04	33.86

Una vez realizados los ensayos de corte directo y compresión triaxial se obtiene el ángulo de fricción interna, su valor varía entre 24° y 36°. Como se puede observar en la tabla 3 el suelo es poco cohesivo, esta es la razón por la que no fue posible moldear probetas cilíndricas, a excepción de la muestra L1MI-3 que presenta una cohesión elevada.

Tabla 3. Resistencia al cortante del suelo.

Código	Angulo fricción interna °	Cohesión kPa
L1MI-1	34.94	12.69
L1MI-2	32.7	4.88
L2MI-1	31.1	22.94
L2MI-2	24.84	20.65
L3MI-1	36	301.06
L3MI-2	36	301.06
L4MI-1	28.3	15.2
L4MI-2	31.9	14.34
L5MI-1	27.3	20.94
L5MI-2	31.4	12.62

Con los resultados obtenidos se efectúa el análisis de estabilidad en condiciones estáticas. El análisis muestra que el talud es capaz de mantener su estabilidad aun cuando la saturación toma valores entre el 50% y 75 % o cuando el suelo está completamente saturado. Esto indica que la condición estática, aun aumentando el contenido de agua en la estructura del suelo, no desencadenaría un deslizamiento de la masa de tierra. En la tabla 4 se presentan los factores de seguridad obtenidos para cada uno de los perfiles en estudio.

Tabla 4. Análisis estático de estabilidad del talud para diferentes grados de saturación.

FACTORES DE SEGURIDAD A DIFERENTES GRADOS DE SATURACION

Sección en estudio	Método de análisis	Perfil en estado natural	Grado de saturación al 75%	Grado de saturación al 100%
		F.S.	F.S.	F.S.
Perfil 1	F.S. Janbu	1.39	1.35	1.34
	F.S. Spencer	1.38	1.34	1.32
	F.S. Sarma	1.36	1.31	1.29
	F.S. Crítico	1.36	1.31	1.29
	Análisis	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Perfil 2	F.S. Janbu	1.39	1.34	1.31
	F.S. Spencer	1.4	1.34	1.31
	F.S. Sarma	1.65	1.54	1.48
	F.S. Crítico	1.39	1.34	1.31
	Análisis	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Perfil 3	F.S. Janbu	7.35	6.74	6.38
	F.S. Spencer	7.05	6.34	5.98
	F.S. Sarma	8.64	8.33	7.87
	F.S. Crítico	7.05	6.34	5.98
	Análisis	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Perfil 4	F.S. Janbu	1.47	1.43	1.42
	F.S. Spencer	1.33	1.29	1.27
	F.S. Sarma	1.45	1.38	1.35
	F.S. Crítico	1.33	1.29	1.27
	Análisis	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Perfil 5	F.S. Janbu	1.7	1.63	1.59
	F.S. Spencer	1.65	1.57	1.54
	F.S. Sarma	1.61	1.53	1.5
	F.S. Crítico	1.61	1.53	1.5
	Análisis	Aceptable	Aceptable	Aceptable

A continuación, se realiza el análisis pseudoestático, según los resultados obtenidos la condición crítica, capaz de provocar un deslizamiento de tierra, es bajo una acción sísmica, independientemente del grado de saturación del suelo, estos resultados se presentan en la tabla 5. Bajo estos efectos el talud alcanza un factor de seguridad muy cercano a la unidad lo que indica el estado límite de equilibrio.

Tabla 5. Análisis pseudoestático de estabilidad del talud para diferentes grados de saturación.

FACTORES DE SEGURIDAD A DIFERENTES GRADOS DE SATURACION (ANALISIS PSEUDOESTATICO)				
Sección en estudio	Método de análisis	Perfil en estado natural	Grado de saturación al 75%	Grado de saturación al 100%
		F.S.	F.S.	F.S.
Perfil 1	F.S. Janbu	0.99	0.97	0.96
	F.S. Spencer	0.97	0.95	0.93
	F.S. Sarma	0.93	0.89	0.87
	F.S. Crítico	0.93	0.89	0.87

	Análisis	No Aceptable	No Aceptable	No Aceptable
Perfil 2	F.S. Janbu	1.06	1.03	1.01
	F.S. Spencer	1.05	1.02	0.99
	F.S. Sarma	1.15	1.09	1.04
	F.S. Crítico	1.05	1.02	0.99
	Análisis	Aceptable	Aceptable	No Aceptable
Perfil 3	F.S. Janbu	6.93	6.68	6.32
	F.S. Spencer	6.73	6.51	6.16
	F.S. Sarma	7.98	7.69	7.25
	F.S. Crítico	6.73	6.51	6.16
	Análisis	Aceptable	Aceptable	Aceptable
Perfil 4	F.S. Janbu	1.15	1.13	1.12
	F.S. Spencer	1	0.95	0.94
	F.S. Sarma	1.03	0.97	0.95
	F.S. Crítico	1	0.95	0.94
	Análisis	No Aceptable	No Aceptable	No Aceptable
Perfil 5	F.S. Janbu	1.27	1.22	1.2
	F.S. Spencer	1.16	1.1	1.07
	F.S. Sarma	1.12	1.05	1.02
	F.S. Crítico	1.12	1.05	1.02
	Análisis	Aceptable	Aceptable	Aceptable

4. Discusión y Conclusiones

Realizada la caracterización de las propiedades físicas de las distintas muestras alteradas de suelo tomadas en diferentes puntos del talud, se determinó que el talud ubicado entre el acceso al teleférico y el ingreso al túnel de San Juan en la Av. Mariscal Sucre está conformado principalmente por suelos limosos con moderado contenido de arena y escaso contenido de partículas de arcilla. El suelo que conforma el cuerpo del talud en estudio se clasificó, basado en el sistema de clasificación SUCS, como un limo de baja compresibilidad (ML) y es el material predominante en la estructura del talud.

El análisis del contenido de humedad y grado de saturación de las muestras de suelo evidencia que en la mayor parte de las superficies tomadas para este estudio el volumen de vacíos no es ocupado en gran medida por agua, esto se debe a la infiltración. Este efecto se produce por capa vegetal del talud y el efecto de las raíces dentro del estrato de suelo.

Según la investigación de laboratorio para la determinación de las propiedades resistentes al esfuerzo cortante de las muestras inalteradas tomadas del talud se han obtenido valores de cohesión y ángulo de fricción interna que se encuentran dentro de los rangos típicos de suelos con alto contenido de limo. Esto corrobora la clasificación SUCS elaborada como primer paso de este proyecto de investigación y se puede asegurar que la estructura del talud está gobernada por material limoso.

Los perfiles 3 y 5 son los más estables del estudio ya que superan la frontera de $F.S = 1.5$. El perfil 3 debe su estabilidad a la alta cohesión que presenta la estructura del suelo que conforma el perfil. El perfil 5 debe su estabilidad a su baja altura e inclinación menor pronunciada. Sin embargo, los demás perfiles analizados se encuentran aún en condiciones aceptables de estabilidad ya que el F.S supera la unidad. Con esto se puede concluir que el contenido de humedad en la estructura interna del suelo no es el desencadenante crítico de un movimiento de tierra.

Bajo condiciones naturales, sin considerar el efecto sísmico, se puede asegurar que el talud es estable manteniendo factores de seguridad mayores a la unidad. Lo que demuestra que el contenido de humedad no es el desencadenante que puede provocar un deslizamiento de tierra.

Si se considera la humedad del terreno y la condición sísmica se obtienen factores de seguridad cercanos a la unidad o por debajo de esta. Esto muestra que la condición crítica desencadenante es la combinación del contenido de humedad y el factor sísmico para un posible deslizamiento de tierra.

La condición topográfica del talud no permite analizarlo usando una superficie de falla circular por el método de Bishop, esto debido a que se presentan superficies de falla localizadas en todos los taludes, provocando que el perfil de cada uno de los taludes sea bastante irregular. Esto afecta al resultado del análisis del talud hecho con una superficie de falla circular con el método de Bishop, ya que este método divide dicha superficie en dovelas con forma de trapecios rectos despreciando gran parte de la superficie de falla real. Por esta razón, se ha considerado una superficie de falla poligonal con un análisis hecho por los métodos de Janbu, Spencer y Sarma, los cuales, si consideran la superficie de falla total, sea esta irregular o no.

La vegetación tiene efectos beneficiosos que aportan estabilidad al talud y efectos adversos que aportan a la inestabilidad. En este estudio, el aporte de la vegetación a la estabilidad del talud no es un parámetro que pueda modelarse ya que no existen actualmente herramientas que permitan hacerlo con un alto grado de certeza.

Financiamiento: La investigación no fue financiada por ninguna entidad.

Conflictos de interés: Los autores declaran la no existencia de conflicto de interés alguno.

Referencias

- [1] El Comercio. (2021, Diciembre) [Online]. <https://www.elcomercio.com/actualidad/quito/deslizamiento-tierra-la-bota-quito.html>
- [2] Expreso. (2021, Diciembre) [Online]. <https://www.expreso.ec/quito/lluvias-provocan-deslizamientos-tierra-sectores-117359.html>
- [3] Euronews. (2022, febrero) [Online]. <https://es.euronews.com/2022/02/01/ecuador-inundaciones-deslizamiento>
- [4] Luis Escobar and Yamile Valencia. (2012, Junio) Scielo. [Online]. <http://www.scielo.org.co/pdf/bcdt/n31/n31a04.pdf>
- [5] Adan Prado, Juan Aguilar, and Rinath Cruz, *Análisis de estabilidad de talud de la carretera NIC.7 en el km 176, municipio de Santo Tomas, del departamenteo Chontales*. Managua: UNAN, 2020.
- [6] Lilia Peñafiel, *Geología y análisis del recurso hídrico subterráneo de la subcuenca del sur de Quito*. Quito, Ecuador : Escuela Politécnica Nacional, 2009. [Online]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1147>
- [7] Roberto Aguiar, *Microzonificación sísmica de Quito*. Quito: ESPE, 2013.
- [8] Braja Das, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*, Cuarta ed. México: CENGAGE Learning, 2015.
- [9] ASTM D6913-17. (2017) Standard Test Methods for Particle-Size Distribution (Gradation) of Soils Using Sieve Analysis. [Online]. <https://www.astm.org/d6913-04r09e01.html>
- [10] ASTM D4318-18. (2018) Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils. [Online]. <https://www.astm.org/d4318-17.html>
- [11] ASTM D854-14. (2014) Standard Test Methods for Specific Gravity of Soil Solids by Water Pycnometer. [Online]. <https://www.astm.org/d0854-14.html>
- [12] ASTM D7928-17. (2017) Standard Test Method for Particle-Size Distribution (Gradation) of Fine-Grained Soils Using the Sedimentation (Hydrometer) Analysis. [Online]. <https://www.astm.org/d7928-17.html>

- [13] ASTM D3080-04. (2004) Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions. [Online]. <https://www.astm.org/d3080-04.html>
- [14] ASTM D2850-15. (2015) Standard Test Method for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils. [Online]. <https://www.astm.org/d2850-15.html>
- [15] Filippo Catanzariti. (2018, junio) GeoStru. [Online]. [https://www.geostru.eu/blog/2016/06/13/estabilidad-de-taludes/?lang=es#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20Spencer%20\(1967\),i%3D1%E2%80%A6](https://www.geostru.eu/blog/2016/06/13/estabilidad-de-taludes/?lang=es#:~:text=M%C3%A9todo%20de%20Spencer%20(1967),i%3D1%E2%80%A6)
- [16] Universidad Industrial de Santander. (2017) Método de Bishop y ejemplos. [Online]. <https://www.studocu.com/gt/document/universidad-industrial-de-santander/estabilidad-de-taludes/metodo-de-bishop-y-ejemplos/2628678>
- [17] AASHTO, *AASHTO LRFD BRIDGE DESIGN SPECIFICATIONS*. Washington D.C., 2014.
- [18] Mauricio Bernal. (2018, noviembre) Carta de plasticidad de Casagrande. [Online]. <https://www.researchgate.net/publication/3K58JU9jmt1JRuYcDcmXWky8CyyW79pq1qxePi72FucuiGhUuKnTTThKqhV4npsciGstSpAa1XdkrBPs/citation/download>



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Percepciones sobre las causas y consecuencias de la migración en estudiantes de la comunidad San Miguel del Valle, Azuay-Ecuador

Adrian Osiris Quevedo Escobar ¹   Tania Araceli Castillo Castillo ²  Ruth Isabel Carpio Paucar ² 

¹ Unidad Educativa "Octavio Diaz León", 010101, Cuenca - Ecuador.

² Unidad Educativa "Estados Unidos de Norteamérica", 170102, Quito - Ecuador.

 Correspondencia: adrianosiris1984@gmail.com  + 593983828922

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwi63091>

Resumen: La migración en Ecuador es un fenómeno complejo con repercusiones tanto positivas como negativas. Además de las remesas y las oportunidades que ofrece a quienes emigran, afecta a las comunidades locales, familias y personas que se quedan atrás. Un estudio reciente en la comunidad San Miguel del Valle analizó las opiniones de 71 estudiantes sobre las causas y consecuencias de la migración. El 94,52% de los estudiantes tienen familiares migrantes y creen que la falta de oportunidades económicas y educativas, junto con la violencia y la inseguridad, son las principales razones de la migración. Esto demuestra que la migración impacta negativamente en las familias y las comunidades, generando separación, estrés y dificultades económicas. Los resultados subrayan la necesidad de abordar las causas de la migración en San Miguel del Valle, lo que implica mejorar las oportunidades educativas y económicas, y proporcionar apoyo a las familias afectadas por este fenómeno.

Palabras claves: Migración, emigración, familia, percepciones, educación.

Perceptions of the causes and consequences of migration among students from the community of San Miguel del Valle, Azuay-Ecuador

Abstract: Migration in Ecuador is a complex phenomenon with both positive and negative repercussions. In addition to the remittances and opportunities it offers to those who migrate, it affects local communities, families and individuals left behind. A recent study in the San Miguel del Valle community analyzed the opinions of 71 students on the causes and consequences of migration. 94.52% of the students



Citation: Quevedo Escobar, A. O., Castillo Castillo, T. A., & Carpio Paucar, R. I. (2023). Percepciones sobre las causas y consecuencias de la migración en estudiantes de la comunidad San Miguel del Valle, Azuay-Ecuador. *Green World Journal*, 6(3), 091.

<https://doi.org/10.53313/gwi63091>

Received: 11/seo /2023

Accepted: 24/nov /2023

Published: 26/dec /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license. Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

have migrant family members and believe that lack of economic and educational opportunities, along with violence and insecurity, are the main reasons for migration. This demonstrates that migration negatively impacts families and communities, generating separation, stress and economic hardship. The results underscore the need to address the causes of migration in San Miguel del Valle, which involves improving educational and economic opportunities and providing support to families affected by this phenomenon.

Keywords: Migration, emigration, family, perceptions, education.

1. Introducción

La migración es una problemática compleja si es que se considera que entre sus explicaciones causales confluyen tanto factores individuales como contextuales [1]. Es por ello que el entendimiento de las razones por las que las personas migran es importante para que los responsables políticos y los trabajadores sociales desarrollen políticas y programas eficaces que apoyen a los inmigrantes y promuevan su integración en sus nuevas comunidades [2].

Por lo general, excluyendo a motivos de fuerza mayor tales como conflictos bélicos, fenómenos ambientales o inseguridad, las personas suelen emigrar para superar la pobreza y mejorar su situación económica [3]. Y es por ello que en sus motivaciones para emigrar se suele considerar el factor económico, tal como lo indican Langella y Manning [4], al evidenciar en su estudio que un mayor PIB per cápita en los países de destino está estrechamente relacionado con un mayor deseo de trasladarse allí. En similar medida Kaur [5] destaca causas similares para explicar la migración: diferencias de ingresos, las oportunidades de empleo y las remesas como fuentes de reservas de divisas. Es por ello por lo que estos estudios permiten indicar como las motivaciones económicas que subyacen a la emigración de los países pobres a los ricos.

En Ecuador, este es un fenómeno social que siempre ha estado presente a lo largo de su historia, con particulares dinámicas de emigración e inmigración en los últimos veinticinco. La crisis económica vivida en Ecuador a finales de la década de 1990 y principios de la de 2000, en particular el feriado bancario de 1999, marcó la vida de todos los ecuatorianos, especialmente de la clase trabajadora, provocando una enorme oleada migratoria [6].

La migración se puede entender como el desplazamiento de personas de un lugar a otro, ya sea dentro de un país o a través de fronteras internacionales. Esta puede ser voluntaria o forzosa y deberse a diversos factores, como las oportunidades económicas, la inestabilidad política o las catástrofes medioambientales [7]. Si bien, la migración internacional ha sido un proceso de larga data en toda la historia humana, durante los últimos años, este problema ha ido en aumento, incrementándose así los índices de flujos migratorios, y también por otras dinámicas de la época actual también ha existido una mayor visibilidad de las migraciones internacionales a escala global [8,9].

Así, entre una serie de diversos problemas que esta provoca, la emigración masiva puede representar impactos negativos en el desarrollo económico de las comunidades de origen. Por ejemplo, la pérdida de población puede causar escasez de mano de obra, lo que puede dificultar la producción y el crecimiento económico, afectando algunas dinámicas sociales, culturales y económicas de las comunidades locales [10]. Y así, la pérdida de población puede conducir a una escasez de mano de obra, fuga de cerebros, lo que puede dificultar la producción y el crecimiento económico. En general, los estos efectos son diferentes en los distintos países y dependerán del tipo y el tamaño de la economía local [11].

El fenómeno migratorio en Ecuador es de plena actualidad experimentando cambios e hitos históricos en las últimas décadas. Estudios de opinión pública han evidenciado como la intencionalidad de los ecuatorianos para emigrar ha ido en aumento año tras año, especialmente

desde el 2021, por ejemplo para el caso de Ecuador ha aumentado en 18 puntos porcentuales de enero de 2021 a enero de 2023, la intencionalidad de sus habitantes para emigrar [12]. Además, a raíz del aumento de la pobreza, precarización laboral, efectos colaterales de la pandemia, aumento de la inseguridad se ha evidenciado una nueva ola migratoria de ecuatorianos hacia el exterior provocando un aumento significativo en la salida de ecuatorianos. En el último año, y medio han emigrado aproximadamente 240000 personas, cifra que es mucho más alta si se considera el total desde el año 2008 al 2020 [13]. Otras cifras alarmantes similares son las que ha revelado un reporte del Instituto Nacional de Migración de México, en el cual los ecuatorianos son la nacionalidad con más flujos y detenciones en este país, y según se estima es una tendencia al alza [14].

Así también, la inmigración no solo ha afectado a la dinámica demográfica y económica de Ecuador, sino que también ha suscitado importantes debates sobre las políticas públicas, los derechos humanos y la integración de las comunidades extranjeras en el país [15]. Adicionalmente, se menciona que la migración ha tenido un impacto económico significativo debido a la frecuente entrega de remesas desde el exterior a las familias que viven en Azuay [16]. Para comprender plenamente este complejo fenómeno es imprescindible examinar sus causas, consecuencias y retos, tanto para el país como para los migrantes.

La migración en Azuay se ha convertido en un tema de creciente importancia, como lo demuestran numerosos datos que exponen que ha aumentado significativamente en la zona. Uno de los indicadores más notables es la alta demanda de pasaportes en el Registro Civil de Cuenca. Por ejemplo, en junio de este año, 8.133 personas recibieron pasaportes, frente a los cerca de 3.000 documentos que se distribuían regularmente antes de la pandemia. Este crecimiento exponencial ha provocado crisis, como la de las personas que han esperado ante la oficina de San Blas hasta tres días para obtener el pasaporte que necesitaban con urgencia [17].

De acuerdo con el estudio de UNFPA y FLACSO [18], el balance migratorio de los últimos 30 años demuestra que las mujeres siempre han abandonado el país, aunque en un número ligeramente inferior al de los hombres. A partir de la década de 1990, la emigración masculina casi cuadruplicó a la femenina, sobre todo desde las provincias sudoccidentales de Azuay y Cañar, donde históricamente las tasas de emigración masculina habían sido más altas. Sin embargo, la brecha de género en la emigración se cerró antes de la crisis económica de la década de 1990, posiblemente como resultado del desarrollo de las redes que más tarde hicieron posible la emigración masiva a Europa. Desde 2004, los hombres han demostrado un mayor saldo migratorio.

Estos problemas también evidencian en la Ciudad de Cuenca, Ecuador. Por ejemplo un estudio desarrollado en cinco unidades educativas de esta ciudad logro evidenciar que los altos índices de emigración de los padres de familia influyen en la presencia de altos índices de disfuncionalidad familiar en los estudiantes de estos centros educativos [19]. Además de ello resulta particularmente alta las tasas de migración que se han dado desde esta provincia junto con Cañar, representando estas dos provincias una de las que cuentan con mayores tasas de migración por cantón [20].

Zonas rurales también son particularmente afectadas por las consecuencias de la migración internacional. El aumento de los flujos migratorios desde provincias como Azuay se suele corresponder con problemas en torno a pobreza estructural, problemas relativos a la tenencia de la tierra, falta de acceso al riego para sustentar cultivos y problemas en torno a la comercialización de la producción [21]. También según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería se estima que la migración ha impactado en una reducción del 8% en la producción agrícola en el país [22].

La comunidad de San Miguel del Valle, y en particular los estudiantes de los niveles básico, superior y bachillerato de la Unidad Educativa "Octavio Díaz León", en quienes se centra el presente estudio, no son ajenos a esta problemática generalizada. Debido a esto, el presente estudio se centra en responder la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuáles son las motivaciones que tienen las personas de la comunidad de San Miguel del Valle para emigrar?

1. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

La Escuela de Educación Básica Octavio Díaz León se encuentra ubicada en el caserío San Miguel, vía Cuenca El Valle, en la provincia de Azuay, cantón Cuenca, parroquia Valle, en una zona rural de la Sierra ecuatoriana. Es una institución educativa de tipo fiscal que ofrece educación regular en los niveles de Inicial y EGB, con una jornada matutina y modalidad presencial. El acceso a la escuela es terrestre y cuenta con un total de 13 docentes y 275 estudiantes [23]



Figura 1. Ubicación geográfica de la comunidad San Miguel del Valle.

1.2 Métodos

Para tener una visión más aterrizada sobre las motivaciones y percepciones de los procesos migratorios, y con ello poder determinar cuáles son sus causas y consecuencias se diseñó una encuesta para cumplir con dichos propósitos. La encuesta contó con 12 preguntas cerradas, y cuyas respuestas fueron analizadas de manera independiente por paralelo y finalmente de forma global. Para la interpretación de los datos se procedió a realizar una tabulación y se realizaron gráficos que permitieron visualizar mejor la información obtenida.

2. Resultados

Tabla 1. Género y edad de los encuestados

Variable	Descripción	N	%
Género	Masculino	30	41,1%
	Femenino	43	58,9%
	TOTAL	73	100,0%
Edades	12 años	12	16,4%
	13 años	20	27,4%
	14 años	18	24,7%
	15 años	6	8,2%
	16 años	6	8,2%
	17 años	7	9,6%
	18 años	3	4,1%
	19 años	1	1,4%
	TOTAL	73	100,0%

Referente al género tenemos que la mayor parte de los entrevistados son mujeres (58,9%) según se muestra en la tabla 1. En cuanto a la edad de los estudiantes entrevistados tenemos que oscilan entre 12 y 19 años, pero la mayoría de ellos están en las edades comprendidas entre 12 y 15 años.

Tabla 2. Detalle de familiares migrantes

Pregunta	Descripción	N	%
¿Usted tiene familia migrante?	Si	69	94,52%
	No	4	5,48%
	TOTAL	73	100,00%
¿El familiar migrante que usted tiene quién es?	Tíos	53	43,09%
	Primos	34	27,64%
	Hermanos	16	13,01%
	Papa	11	8,94%
	Abuelos	9	7,32%
	Mama	1	0,81%
	TOTAL	123	100,00%

Los resultados de la encuesta también muestran que la migración es un fenómeno frecuente en los alrededores de esta remota universidad ecuatoriana. El 94,52% de los estudiantes encuestados tienen al menos un familiar migrante, lo que representa una tasa de migración muy alta. En cuanto a la relación familiar con el migrante, los tíos son el grupo más numeroso, con un 43,09%. Le siguen los primos, con un 27,64%, y los hermanos, con un 13,01%. Los padres, los abuelos y las madres representan porcentajes más bajos, pero, aun así, son significativos.

Tabla 3. Tiempo, motivo y país de destino

Pregunta	Descripción	N	%
¿Hace cuanto tiempo que su familiar emigró?	Más de 7 años	23	30,26%
	de 1 a 3 años	21	27,63%
	menos de 12 meses	19	25,00%
	de 4 a 7 años	13	17,11%
	TOTAL	76	100,00%
¿A qué país emigró su familiar?	Estados Unidos	67	91,78%
	España	4	5,48%
	México	2	2,74%
	TOTAL	73	100,00%
¿Cuál fue el motivo por el que su familiar emigró?	Falta de empleo	42	45,65%
	Problemas económicos	30	32,61%
	Otros	11	11,96%
	problemas familiares	4	4,35%
	Reunificación Familiar	4	4,35%
	Estudios	1	1,09%
	TOTAL	92	100,00%

En cuanto al tiempo que hace que los familiares migrantes se fueron, el 30,26% de ellos emigraron hace más de 7 años, el 27,63% hace de 1 a 3 años, el 25,00% hace menos de 12 meses y el 17,11% hace de 4 a 7 años. Los datos de la encuesta muestran que la mayoría de los familiares migrantes de los estudiantes encuestados emigraron a los Estados Unidos. El 91,78% de los familiares migrantes se encuentran en los Estados Unidos, seguidos de España con el 5,48% y México con el 2,74%. Y los motivos más comunes para la migración fueron la falta de empleo (45,65%) y los problemas económicos (32,61%). Otros motivos incluyen problemas familiares (4,35%), reunificación familiar (4,35%) y estudios (1,09%).

Tabla 4. Forma en que le afecta la migración de sus familiares.

Pregunta	Descripción	N	%
¿De qué manera le afecta que su familiar haya migrado?	Afectación sentimental	29	39,19%
	No me afectó	26	35,14%
	Afectación emocional	10	13,51%
	Otros	7	9,46%
	Problema psicológico	2	2,70%
	TOTAL	74	100,00%

Los datos de la tabla 4 muestran que la migración de los familiares de los estudiantes encuestados puede tener un impacto significativo en sus vidas. El 39,19% de los estudiantes encuestados informaron que la migración de sus familiares les afectó sentimentalmente. Esto puede incluir sentimientos de tristeza, nostalgia y soledad. Sin embargo, también un alto porcentaje, el 35,14% de los estudiantes encuestados informaron que la migración de sus familiares no les afectó. Por su parte, el 13,51% de los estudiantes encuestados informaron que la migración de sus familiares les afectó emocionalmente. El 9,46% de los estudiantes encuestados informaron que la migración de sus familiares les afectó de otras maneras y el

2,70% de los estudiantes encuestados informaron que la migración de sus familiares les afectó psicológicamente.

Tabla 5. Detalle sobre los estudiantes que piensan migrar en el futuro

Pregunta	Descripción	N	%
¿Usted en un futuro piensa en emigrar?	Si	65	91,55%
	No	6	8,45%
	TOTAL	71	100,00%
¿Cuál sería el motivo por el que migraría?	Ayuda Familiar	25	28,41%
	Otros	18	20,45%
	Reencuentro familiar	17	19,32%
	Falta de economía	16	18,18%
	Falta de trabajo	11	12,50%
	Problemas familiares	1	1,14%
	TOTAL	88	100,00%
	¿A qué país usted migraría?	Estados Unidos	58
Otros		7	9,46%
España		4	5,41%
México		3	4,05%
Italia		2	2,70%
TOTAL		74	100,00%
¿Por cuánto tiempo usted se quedaría allá?	5 a 10 años	32	43,24%
	3 a 5 años	24	32,43%
	No piensa en volver	5	6,76%
	TOTAL	61	82,43%

Los resultados de la encuesta sobre los motivos de la intención de emigrar muestran que la mayoría de los encuestados (57,32%) planean emigrar por motivos familiares, como reunirse con la familia o ayudar a familiares.

3. Discusión

El hallazgo en el estudio realizado, en el cual se revela que el 94.52% de las personas encuestadas afirmaron contar con un familiar migrante tal como se observó en la tabla 2, constituye un elemento de notable relevancia que enriquece el panorama investigativo relacionado con la temática migratoria en la región objeto de estudio. En primer lugar, al contrastar dicho hallazgo con la investigación de Escobar [24], se evidencia una convergencia en cuanto a la alta prevalencia de la migración en la comunidad, lo que otorga un sustento cuantitativo a la noción previamente planteada por Escobar sobre la emigración de los padres en busca de estabilidad económica. Por lo tanto, la cifra del 94.52% de personas con familiares migrantes complementa y refuerza el argumento de Escobar acerca de la significativa implicación de la migración en el contexto familiar. El estudio de Escobar [24] aporta cifras significativas que arrojan luz sobre la dinámica de la migración en la región. En particular, destaca que el 26% de los niños, niñas y adolescentes en el cantón Cañar tienen familiares que han migrado al extranjero. Esta estadística revela la notable presencia de la emigración en la comunidad, subrayando la importancia de la migración en el contexto familiar y social de la región estudiada.

Por otro lado, en comparación con la investigación de Herrera y Ramírez [25], el hallazgo adquiere una dimensión aún más sobresaliente, ya que proporciona un fundamento cuantitativo para los desafíos específicos que este autor señala en relación con la migración, tales como la comunicación interrumpida, la adaptación cultural y la discriminación. La alta prevalencia de la migración, indicada sugiere que estos desafíos no son incidentales, sino que afectan a una parte sustancial de la población estudiada. El análisis de Herrera y Ramírez profundiza en los desafíos específicos que enfrentan las familias con miembros migrantes en la región, identificando dificultades que van desde la comunicación interrumpida y la adaptación a nuevas culturas hasta la discriminación y la estigmatización en el país de destino. Su estudio destaca cómo la ausencia prolongada de uno o más miembros migrantes impacta en la dinámica familiar, alterando roles tradicionales y generando una serie de cambios emocionales y sociales en el seno de estas familias.

Por su parte los resultados del estudio, con respecto a la pregunta sobre el familiar migrante, muestran que los primos (46.58%) y tíos (72.60%) son los miembros de la familia que más migran como se observa en la tabla 2. Sin embargo, los estudios encontrados hablan de la migración familiar en general y no se enfocan en miembros específicos de la familia. El artículo de la OECD [26] presenta una visión general de la migración familiar en los países de la OECD, destacando que la migración familiar es la categoría más grande de migración y que representa casi el 37% de los flujos de migración; es decir que cerca de 1.2 millones de personas migran por propósitos familiares como la reunificación o acompañamiento. El artículo también señala que la migración familiar comprende diferentes componentes, de los cuales la formación de familias es una parte creciente.

Los resultados sugieren que la migración internacional es un fenómeno complejo que puede producirse a ritmos muy diferentes. Además, dado que Estados Unidos es uno de los destinos migratorios más populares del mundo y que esta tendencia refleja el término histórico del movimiento de personas de países en desarrollo a países desarrollados, que se utiliza desde hace más de 50 años, estos resultados son coherentes con las tendencias migratorias en todo el mundo. En consecuencia, Estados Unidos de América es el primer país de destino del mundo, con más de 51 millones de inmigrantes [27].

En el caso de Ecuador, la migración a los Estados Unidos es un fenómeno muy común. Por ejemplo Minchala [28] destaca que desde la crisis económica de Ecuador en 1999, que exacerbó la pobreza y la desigualdad social, ha sido un importante motor de la migración a Estados Unidos. Según las estadísticas recopiladas por el Pew Research Center, la distribución por sexos de los ecuatorianos residentes en Estados Unidos, es de un 52% de hombres y un 48% de mujeres, concentrándose la mayoría de ellos en la región metropolitana de Nueva York–Nueva Jersey y en menor medida en Miami, Los Ángeles y Chicago (López, 2015). La mayoría lleva más de 20 años en Estados Unidos, con una mediana de edad de 41 años, seguidos de los que llevan entre 11 y 15 años. Menos de la mitad (32%) de la población tiene un dominio limitado del idioma, mientras que más de la mitad (57%) de los ecuatorianos sin ciudadanía estadounidense tiene menos de un diploma de secundaria [29].

Estos resultados sugieren que la mayoría de los estudiantes cree que las principales razones por las que los ecuatorianos emigran son la falta de empleo y las dificultades económicas. Encontramos algunas similitudes y diferencias al comparar estos resultados con los de estudios similares. Por ejemplo, un estudio realizado por FLACSO (Herrera et al., 2005) analiza las características del fenómeno migratorio internacional actual en Ecuador y se centra en el estudio de la Sierra Sur del país, en particular una región de población indígena en la provincia de Cañar, donde han nacido recientes e innovadores procesos de migración internacional.

Aunque la falta de empleo o las cuestiones económicas no se mencionan específicamente en este estudio como factores contribuyentes, sí sugiere que podrían serlo.

Otro estudio [30], También sugiere que hay una variedad de factores, como los cambios en las condiciones sociales y económicas, que influyen en la decisión de las personas de emigrar, y presenta una revisión de estudios sobre la migración en Ecuador desde 1960 hasta 2016. Por ello, aunque los estudiantes perciben la falta de oportunidades laborales y las dificultades económicas como las principales razones para trasladarse al exterior, otros estudios sugieren que el tema es más complicado si se toma en cuenta la variedad de factores que influyen en esta elección.

Por otro lado, los resultados de la tabla 4 demuestran que la migración de un miembro de la familia afecta principalmente de manera sentimental (39,73%), mientras que los estudios encontrados hablan de la migración familiar en general y de cómo afecta a la familia en su conjunto. Por ejemplo, el Migration Data Portal [31] subraya la posibilidad de que la separación familiar causada por la migración se prolongue durante largos periodos de tiempo, dando lugar a importantes problemas psicológicos, dificultades de integración en los países de destino y cambios en los roles de género intrafamiliares. Además, otro artículo subraya que la migración de un miembro de la familia provoca cambios en la estructura y la dinámica familiar, así como en la intensidad y la variabilidad de los lazos afectivos que se forman [32].

Los datos de la tabla 5 coinciden con los estudios llevados a cabo por el ACNUR [33,34] que muestran la importancia de la reagrupación familiar como motivación para emigrar. Además, los resultados de la encuesta muestran que un porcentaje significativo de encuestados (15,07%) tiene previsto emigrar por falta de trabajo, lo que concuerda con el estudio de Argüello [35] que destaca la importancia de los factores económicos en las decisiones migratorias. El estudio de Dontsov y Zotova [36] también halló que las limitaciones anticipadas para emigrar son determinantes esenciales de la intención de emigrar, lo que podría ser un factor para el 1,37% de los encuestados que planean emigrar debido a problemas familiares. En general, los resultados de la encuesta coinciden con los de investigaciones anteriores que destacan la importancia de la reagrupación familiar, los factores económicos y las limitaciones previstas en las decisiones migratorias.

La mayoría de los encuestados (79,45%) tiene previsto emigrar a Estados Unidos, seguidos de España (5,48%), Italia (2,74%) y México (4,11%), según los resultados de la encuesta. Los resultados de la búsqueda muestran que Estados Unidos, que recibe el 18% de todos los emigrantes mundiales, es el primer país para los emigrantes internacionales [37]. Con 12 millones de personas nacidas allí, México es también la mayor fuente de inmigrantes a Estados Unidos. Además, México es la mayor fuente de inmigrantes a Estados Unidos, con 12 millones de personas nacidas allí [38]. Los resultados de la búsqueda también muestran que la mayoría de los emigrantes internacionales se trasladan a países de renta alta, como Estados Unidos o Europa, por la mayor estabilidad económica y social que ofrecen estos países [37,39]. Los resultados de la encuesta coinciden en general con estudios anteriores que destacan a México como el principal origen de los inmigrantes en Estados Unidos y a Estados Unidos como el principal país de destino de los emigrantes internacionales.

Los resultados de la encuesta muestran que la mayoría de los encuestados (52,46%) tiene previsto permanecer en el país de destino entre 5 y 10 años, seguido de entre 3 y 5 años (39,34%), y un pequeño porcentaje (8,20%) no tiene previsto regresar. Los resultados de la búsqueda proporcionan información sobre la importancia de comprender la duración de la migración en los estudios de investigación [40,41]. Por ejemplo, el estudio de DeCarlo [40] sugiere que la duración de la migración puede utilizarse para comprender el impacto de la migración en el individuo y la comunidad. Además, el estudio de Rangugni [41] muestra que la

duración de la migración puede utilizarse para comprender la integración de los migrantes en la sociedad de acogida. En general, los resultados de la encuesta proporcionan información sobre la duración de la intención migratoria, que puede utilizarse para comparar con estudios de investigación anteriores que destacan la importancia de comprender la duración de la migración.

4. Conclusión

Los resultados de este estudio arrojan luz sobre las percepciones de los estudiantes sobre la migración en la comunidad de San Miguel del Valle, en Azuay, Ecuador. Como resultado, se ha podido constatar que la migración internacional es un problema que afecta a toda la sociedad ecuatoriana, y San Miguel de Valle no es la excepción. Esto se debe a que uno de los principales hallazgos de la encuesta reveló que un gran porcentaje de los estudiantes de la comunidad – 94,52%– tiene familiares emigrantes.

En cuanto a las causas subyacentes de la migración, según las percepciones de los estudiantes, están estrechamente relacionadas con la falta de empleo y las dificultades económicas.

El impacto de la migración en las familias y comunidades es innegable. Un alto porcentaje de los estudiantes entrevistados confiesa sentirse afectado de alguna manera por la partida de sus seres queridos al extranjero. Esta influencia se manifiesta en carencias emocionales, psicológicas y sentimentales, lo que subraya la necesidad de abordar de manera integral este fenómeno en nuestra sociedad. En este sentido, es importante reconocer que los jóvenes son los que quedan en los países de origen, y son los que se enfrentan a las consecuencias de la migración, tanto positivas como negativas. Por lo tanto, es importante conocer su opinión sobre la migración, sus motivaciones para migrar o no, y sus experiencias con la migración familiar.

En última instancia, este estudio pone de manifiesto la complejidad y la profundidad de las percepciones de los estudiantes sobre la migración, destacando la importancia de considerar estos aspectos en futuras políticas y programas destinados a abordar este fenómeno en la comunidad San Miguel del Valle y, por extensión, en Ecuador en su conjunto. Y con ello se podría considerar en primer lugar que el gobierno ayude en la agricultura en las zonas rurales para que las personas tengan trabajo y no migren. Esta recomendación se basa en el hecho de que la agricultura es una de las principales actividades económicas en la comunidad de San Miguel de Valle. Sin embargo, la falta de oportunidades y la baja productividad en este sector son factores que impulsan la migración. Un eventual apoyo del gobierno a la agricultura podría ayudar a crear empleos y mejorar la productividad, lo que podría reducir la necesidad de migrar. También es importante el poder asegurar un correcto asesoramiento psicológico a los niños, adolescentes y jóvenes que han perdido algún familiar por causa de la migración o que tienen algún familiar cercano lejos (sobre todo padre y madre). Esta recomendación se basa en el hecho de que la migración puede tener un impacto negativo en la salud mental de los niños, adolescentes y jóvenes. El asesoramiento psicológico puede ayudar a estos jóvenes a superar las dificultades que enfrentan debido a la migración de sus familiares.

Agradecimiento: A la comunidad de San Miguel Del Valle por sus valiosos aportes a la investigación. A los niños y adolescentes que sufren en silencio la ausencia de sus familiares migrantes. A las estudiantes Carmen Dután y Elisa Rojas por su inestimable colaboración.

Contribución de autores: Para los artículos de investigación con varios autores (INICIALES), se debe proporcionar un breve párrafo en el que se especifiquen sus contribuciones individuales. Se deben utilizar las siguientes declaraciones: "conceptualización, A.Q, R.C. e T.C.; metodología, A.Q.; validación, T.C.", T.C. y R.C.; análisis formal, T.C.; investigación, A.Q, R.C., T.C.;

recursos, R.C.; curaduría de datos, T.C.; redacción–revisión y edición, A.Q.; visualización, R.C.; supervisión, T.C.; administración de proyectos, A.Q."

Financiamiento: autofinanciado.

Referencias






1. Sarrasin, E.G.T.G., Oriane Individual and Contextual Explanations of Attitudes toward Immigration. In *The Routledge Companion to Migration, Communication, and Politics*; Routledge, 2018 ISBN 978-1-315-16447-2.
2. Ming, S. Editorial. *Asia Pac. J. Soc. Work Dev.* **2023**, *33*, 175-177, doi:10.1080/02185385.2023.2237801.
3. Afani, A. Hague Programme on Migration. In *The Encyclopedia of Global Human Migration*; John Wiley & Sons, Ltd, 2013 ISBN 978-1-4443-5107-1.
4. Langella, M.; Manning, A. Income and the Desire to Migrate Available online: https://cep.lse.ac.uk/_new/publications/discussion-papers/ (accessed on 2 October 2023).
5. Kaur, S. MIGRATION AND BILATERAL TRADE FLOWS: EVIDENCE FROM INDIA AND OECD COUNTRIES. *Appl. Econom. Int. Dev.* **2015**, *15*, 179-196.
6. Jokisch, B.; Pribilsky, J. The Panic to Leave: Economic Crisis and the "New Emigration" from Ecuador. *Int. Migr.* **2002**, *40*, 75-102, doi:10.1111/1468-2435.00206.
7. Brunnbauer, U. Introduction: Talking Past Each Other and Other Catch-22 Situations: States, Emigration, and "Diasporas." *Dve Domov.* **2022**, 7-18, doi:10.3986/dd.2022.1.01.
8. McLeman, R. International Migration and Climate Adaptation in an Era of Hardening Borders. *Nat. Clim. Change* **2019**, *9*, 911-918, doi:10.1038/s41558-019-0634-2.
9. Spina, E.L. La diferenciación vs. discriminación como línea de tendencia en los regímenes de inmigración y asilo: algunas reflexiones. *Rev. Fac. Derecho México* **2022**, *72*, 193-222, doi:10.22201/fder.24488933e.2022.284.84372.
10. Sinquin, E. El costo psico social de la migración en las familias de las comunidades de origen. *REMHU - Rev. Interdiscip. Movilidad Humana* **2008**, *16*, 99-111.
11. Bonev, M. Socio-Economic and Socio-Political Effects of Emigration on the Sending Country. *Econ. World* **2018**, *6*, 325-330, doi:10.17265/2328-7144/2018.04.008.
12. CID Gallup CID Gallup Encuestas de Opinión Pública 2023.
13. Ramírez Gallegos, J.P. *Revista Tlatelolco*. June 25 2023, pp. 58-75.
14. Butrón, J. Expulsiones confirman creciente presión de Sudamérica a migración Available online: <https://www.razon.com.mx/mexico/ecuador-venezuela-1-3-migrantes-llegan-pais-523367> (accessed on 5 October 2023).
15. Luzes, M.; Zegarra, F.; Tipán, G.; Rodríguez, L. Persepción Pública y La Convivencia En Movilidad Humana En Ecuador 2023.
16. Herrera, G.; Carrillo, M.; Torres, A. La Migración Ecuatoriana Transnacionalismo, Redes e Identidades 2005.
17. González, J. Migración tuvo un repunte en primeros meses del 2021 Available online: <https://www.elcomercio.com/actualidad/seguridad/migracion-azuay-mexico-ecuatorianos-eeuu.html> (accessed on 3 October 2023).
18. UNFPA; FLACSO ECUADOR: La Migración Internacional En Cifras 2008.
19. Urgilés León, S.J.; Fernández Aucapiña, N.Y. Adolescencia y disfuncionalidad familiar: análisis desde la migración de los padres. *Kill. Soc. Rev. Investig. Científica* **2018**, *2*, 197-202.
20. Sarmiento Jara, J.P. Determinantes individuales y sociales de la aspiración y la propensión a la migración internacional: un análisis de las causas que originan y perpetúan la emigración entre los jóvenes de 13 a 19 años residentes en la provincia del Azuay y Cañar. doctoralThesis, Universidad Nacional de Rosario, 2022.
21. Herrera, Gioconda; Berg, U.; Pérez-Martínez, L. La Producción Del Deportado: Trayectorias de Ilegalización de Varones Migrantes Indígenas y Retorno Forzado a Ecuador. In *Movilidades, control fronterizo y luchas migrantes*; Siglo xxi Editores/CLACSO,: Mexico, 2022; pp. 204-235.
22. Primicias Migración reduce en un 8% la producción agrícola en Ecuador. *Primicias* 2023.
23. UBICA Ecuador ESCUELA DE EDUCACIÓN BÁSICA OCTAVIO DÍAZ LEÓN en CUENCA, Azuay 2020.
24. Escobar, A. Tras las huellas de las familias migrantes del cantón Cañar 2008.
25. América Latina Migrante: Estado, Familias, Identidades 2008.

26. OECD A Portrait of Family Migration in OECD Countries. In *International Migration Outlook 2017*; International Migration Outlook; OECD, 2017; pp. 107-166 ISBN 978-92-64-27555-3.
27. Organización Internacional para las Migraciones Informe Sobre Las Migraciones En El Mundo 2022 2022.
28. Minchala, C. Migraciones irregulares en la era del capitalismo global: Causas, ilegalidad y deportabilidad en el éxodo de la población de Azogues (Ecuador). *RevIISE Rev. Cienc. Soc. Humanas* **2020**, *16*, 85-98.
29. Mena, L.; Cruz, R. Migrantes retornados de España y los Estados Unidos: Perfiles y situación laboral en Ecuador | RIEM. Revista internacional de estudios migratorios. *Rev. Int. Estud. Migr.* **2018**, *7*, doi:<https://doi.org/10.25115/riem.v7i4.1968>.
30. Eguiguren, M.M. Los estudios de la migración en Ecuador: del desarrollo nacional a las movilidades. *Íconos - Rev. Cienc. Soc.* **2017**, 59-81, doi:10.17141/iconos.58.2017.2497.
31. Migration Data Portal Migración familiar 2022.
32. Obregón-Velasco, N.; Rivera-Heredia, M.E.; Obregón-Velasco, N.; Rivera-Heredia, M.E. Impacto de la migración del padre en los jóvenes: cuando la migración se convierte en abandono. *CienciaUAT* **2015**, *10*, 56-67.
33. ACNUR Familias Separadas, El Reencuentro Es Posible 2021.
34. ACNUR Programa de Reunificación Familiar JUNTOS 2022.
35. Argüello, R. Los problemas de familia - conoce cómo resolverlos | R&A Psicólogos 2017.
36. Dontsov, A.I.; Zotova, O.Y. Reasons for Migration Decision Making and Migrants Security Notions. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* **2013**, *86*, 76-81, doi:10.1016/j.sbspro.2013.08.528.
37. Batalova, J.B.J. Top Statistics on Global Migration and Migrants Available online: <https://www.migrationpolicy.org/article/top-statistics-global-migration-migrants> (accessed on 6 October 2023).
38. Connor, P.; López, G. 5 Facts about the U.S. Rank in Worldwide Migration. *Pew Res. Cent.* 2016.
39. Connor, P. International Migration: Key Findings from the U.S., Europe and the World. *Pew Res. Cent.* 2016.
40. DeCarlo, M. 8.3: Preguntas de investigación cuantitativa 2022.
41. Rangugni, V. Metodología 2004.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en el Medio Ambiente: Impacto, fuentes y estrategias de Mitigación

Castillo Reinoso Ana ¹   Guzmán Guaraca Adriana ²  López Pino María José ³ 
Guanga Casco Edwin ¹ 

¹ Facultad de Informática y Electrónica, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

² Facultad de Recursos Naturales, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

³ Facultad de Salud Pública, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo

 Correspondencia: ana.castillo@esepoch.edu.ec  +593 0987993687

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj63092>

Resumen: Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) son contaminantes tóxicos ampliamente distribuidos que representan un riesgo tanto para los seres humanos como para la vida silvestre. Son compuestos tóxicos persistentes y pueden biomagnificarse con cada nivel de la cadena alimentaria. Esta investigación busca describir los impactos, fuentes y mecanismos de los COPs, mediante revisión sistemática de la literatura, utilizando palabras clave en inglés en bases de datos científicos que permitan obtener la información necesaria para dotar de recomendaciones de mejora. Los principales resultados se dividen en secciones, destacando la distribución de los COP en lugares remotos, su presencia en recursos de agua dulce y su impacto en la cadena alimentaria. Es importante abordar la contaminación por COP, proponiendo estrategias de mitigación como la biorremediación y la fitorremediación, resaltando su eficacia y menor impacto ambiental en comparación con métodos convencionales.

Palabras claves: contaminantes, impactos, COPs, riesgos, mitigación

Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Environment: Impacts, Sources and Mitigation Strategies

Abstract: Persistent organic pollutants (POPs) are widely distributed toxic pollutants that pose a risk to both humans and wildlife. They are persistent toxic compounds and can biomagnify at every level of the food chain. This research aims to describe the impacts, sources and mechanisms of POPs through a systematic review of the literature, using keywords in scientific databases to obtain the information necessary to provide recommendations for improvement. The main results are divided into sections, highlighting the distribution of POPs in remote locations, their presence in freshwater resources and their impact on the food chain. It is important to address POPs pollution, proposing mitigation



Cita: Castillo Reinoso, A., Guzmán Guaraca, A., López Pino, M. J., & Guanga Casco, E. (2023). Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) en el Medio Ambiente: Impacto, fuentes y estrategias de Mitigación. Green World Journal, 6(3), 92. <https://doi.org/10.53313/gwj62092>

Received: 11/Oct/2023

Accepted: 26/Dec/2023

Published: 31/Dec/2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license. Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

strategies such as bioremediation and phytoremediation, highlighting their effectiveness and lower environmental impact compared to conventional methods.

Keywords: pollutants, impacts, POPs, risks, mitigation

1. Introducción

Contaminantes orgánicos persistentes (COP), como pesticidas organoclorados, hexaclorobencenos, pentaclorobencenos (PeCB), DDE-DDT (1,37 µg/g), policlorobifenilos (PCB), policloronaftalenos (PCN) y policloroestirenos, dibenzodioxinas policloradas y dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF), las aminas aromáticas son residuos químicos industriales producidos de forma no intencionada. Los contaminantes orgánicos persistentes (COP) son uno de los principales contribuyentes a la contaminación ambiental. Los COP pueden llegar al medio ambiente a través de escorrentías agrícolas, efluentes industriales, escorrentías urbanas, sistemas de drenaje y deposiciones de la atmósfera y lixiviados de vertederos [1]. Debido a sus características únicas que incluyen; semivolatilidad, vidas medias largas, naturaleza recalcitrante, impacto toxicológico nocivo, transporte a larga distancia, capacidad de transformación y bioacumulación, se convirtieron en un tema de preocupación. A través del canal diversificado, deteriora el entorno, es decir, el suelo, el agua y el aire.

La presencia de COP en aguas residuales industriales conlleva una serie de efectos ecológicos y económicos negativos, tales como: provocar problemas de sabor y olor en los suministros de agua, formación de espuma y materiales flotantes, coloración del agua, inhibición de los procesos naturales de autopurificación, indeseados efectos sobre los organismos vivos. La aparición de PCDD y PCDF, PCN, PBDE y PCB en los sedimentos del suelo no solo reduce su fertilidad sino que también deteriora sus cualidades con el tiempo [2]. También plantean efectos negativos sobre la salud humana [3].

Se han firmado muchos tratados internacionales, incluido el Convenio de Estocolmo sobre COP, para controlar las emisiones de COP y reducir la contaminación ambiental. Pero el DDT todavía se utiliza en los países en desarrollo para controlar enfermedades como la malaria [4]. Varios países africanos, incluida Sudáfrica, todavía utilizan DDT con regularidad [5]. Aunque el uso y la producción de COP han estado prohibidos durante varias décadas, todavía hay COP como los HAP, los PBDE, los pesticidas organoclorados y los PCB en todas partes, incluso en zonas remotas [6]. La exposición a los COP se produce a través del aire, el agua y los alimentos [7] y, a pesar de las restricciones, estos químicos todavía están presentes en la vida silvestre y en los seres humanos en niveles preocupantes debido a sus características persistentes.

Las zonas urbanas e industriales muestran los niveles más altos de exposición a los COP [8], que pueden tener efectos perjudiciales para la vida silvestre y la salud humana. Esto puede ser particularmente grave para especies longevas que ocupan posiciones más altas dentro de las redes alimentarias debido a procesos de bioacumulación y biomagnificación [9].

Bajo esta perspectiva el objetivo de la presente investigación es describir los impactos, fuentes y mecanismos de los COPs en el ambiente, mediante revisión bibliográfica a fin de proponer recomendaciones de mejora.

2. Metodología.

Para abordar el objetivo de la investigación concerniente a los impactos, fuentes y estrategias de mitigación, mediante revisión sistemática de la literatura centrada en el análisis de diferentes documentos publicados en bases de datos científicos de alto impacto como Scopus y Web of

Science. Para ello se utilizó palabras claves en idioma inglés como “COPs” “Organic pollutants”, “POP pollution”, “Impacts of POPs”, “mitigation strategies”.

Una vez obtenidos los resultados de la búsqueda con sus respectivos filtros, se analizaron los títulos, términos relacionados y resúmenes de cada publicación con el propósito de seleccionar la información relevante para la temática. Se obtuvieron 26 documentos mediante análisis para cada temática de relevancia de acuerdo con los criterios de búsqueda.

Posteriormente se realizó un análisis de la información recopilada y se dividió en 3 secciones los resultados. La primera sección comprende la distribución de los COPs, la segunda describe los impactos de los COPs al ambiente y el ser humano y la tercera sección se enfoca en las fuentes por las cuales estos contaminantes ingresan al ambiente, finalmente la cuarta sección describe las estrategias de mitigación para el tratamiento de COPs. Después de analizar los resultados de la primera y segunda sección de la metodología se procedió a plantear recomendaciones de mejora con el propósito de mitigar impactos y afectaciones que generan dichos contaminantes.

3. Resultados

3.1. Distribución de los COPs

Los COP se encuentran en lugares remotos, lejos de su lugar principal de liberación. Los residuos de COP se liberan al aire, el agua y la tierra desde fuentes potenciales indias y extranjeras [10]. El vapor de los COP viaja en las corrientes de aire de la atmósfera. Este proceso se repite muchas veces y el efecto se llama efecto saltamontes. De esta manera, los COP se desplazan miles de kilómetros desde las latitudes más cálidas de la Tierra hasta las latitudes más frías del Polo Norte y el Polo Sur. Se presentan como contaminación en el aire y, después de enfriarse, se depositan en la tierra y el agua y se depositan en los sedimentos del agua y del suelo [11]. Una cantidad significativa de diferentes tipos de COP se liberan en el aire principalmente mediante procesos de volatilización y combustión y son favorables para el transporte a larga distancia en comparación con otros transportes lentos, como el de las corrientes oceánicas y los ríos [12].

En el escenario actual, todos los recursos de agua dulce están contaminados por COP. Estos contaminantes entran en el ciclo del agua a través de la infiltración y después de interactuar con el agua superficial, finalmente llegan a las aguas subterráneas [13].

Los COP, en particular los pesticidas, ingresan al suelo cuando se utilizan con fines agrícolas. También se escurre del suelo sin un tratamiento adecuado de las plantas o por su derrame durante la propagación. Hay varios factores que afectan la indulgencia de pesticidas dañinos en el suelo. Esto incluye las condiciones climáticas, las propiedades del suelo, la naturaleza del químico, el método de cultivo y el patrón de riego [13]. Los pesticidas permanecen en el suelo, llegan a las aguas subterráneas y contaminan el agua y, en última instancia, afectan a la población de esa región. Sin embargo, los pesticidas son motivo de gran preocupación ya que siguen siendo insolubles en agua y persisten en el suelo [14].

3.2. Impactos de los COPs

Los COP son tóxicos debido a su naturaleza bioacumulativa, lipófila y persistente. Los seres humanos están expuestos principalmente a estos congéneres tóxicos a través de la dieta, los accidentes, la ocupación y el medio ambiente (tanto exterior como interior). Tanto la población humana como la vida silvestre están sujetas a una exposición aguda (exposición a corto plazo a altas concentraciones) y crónica (exposición a largo plazo a concentraciones más bajas) a COP durante su vida, causando diversos problemas de salud y enfermedades [15].

Los COP sufren una biomagnificación y se encuentran en mayor concentración en los niveles superiores de la cadena alimentaria [13]. La persona que consume una dieta no vegetariana se ve muy afectada por los COP. No sólo los humanos sino también los animales se ven muy afectados por estos productos químicos. Con frecuencia se ha observado que diversas enfermedades, anomalías y disminución del número de animales están asociados con su exposición a estos contaminantes tóxicos. Los peces, aves y mamíferos mostraron defectos de nacimiento y anomalías de comportamiento en presencia de COP. La exposición a COP también produce complicaciones gastroenterológicas y dermatológicas [16].

Asimismo, los contaminantes orgánicos persistentes interfieren con el sistema reproductivo y reducen la supervivencia de aves, mamíferos y peces a través de alteraciones endocrinas y efectos de supresión inmune [17]. Por ejemplo, se observó falla reproductiva y adelgazamiento de la cáscara de los huevos debido principalmente a la exposición al DDT y al DDE *en el águila de cola blanca (Haliaeetus albicilla)*, lo que llevó al casi colapso de la población sueca en la segunda mitad del siglo XX [18].

3.3. Fuentes

Antes de la década de 1950, los COP se desarrollaban intencionalmente en grandes cantidades con fines industriales y agrícolas. Cuando terminó la Segunda Guerra Mundial, los científicos comenzaron a notar que cierto grupo de sustancias químicas persiste en el medio ambiente durante mucho tiempo. El libro de Rachel Carson "Primavera silenciosa" de 1962 fue un hito y dio lugar al movimiento ecologista y a la sensibilización hacia los COP. Después de dos décadas en 1999, el mundo está traumatizado por el incidente de la crisis de las dioxinas en Bélgica. Esto promueve una gran atención mundial a la contaminación por compuestos similares a las dioxinas. Se han firmado muchos tratados internacionales, incluido el Convenio de Estocolmo del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) sobre COP, para controlar las emisiones de COP y reducir la contaminación ambiental [19].

En 2001, se adoptó el Convenio de Estocolmo sobre COP para regular el uso de 12 sustancias químicas notorias (conocidas como COP heredadas), entre ellas dos sustancias químicas industriales (bifenilos policlorados y hexaclorobenceno); dos subproductos no deseados, dioxinas y furanos y ocho pesticidas (aldrín, clordano, DDT, dieldrín, endrín, heptacloro, mirex y toxafeno). Los hexaclorociclohexanos (HCH), el ácido perfluorooctano sulfónico (PFOS) y sus sales, y los éteres de difenilo polibromados (PBDE), incluido el deca-BDE, fueron nominados como COP adicionales en 2009 [20]. En 2013, los hexabromociclododecanos (HBCD) se consideraron COP legados en virtud del Convenio de Estocolmo. Además, los naftalenos policlorados (PCN) y las parafinas cloradas de cadena corta (PCCC) fueron nominados recientemente como COP emergentes en 2015 y 2017, respectivamente. Hasta ahora, el Convenio de Estocolmo ha clasificado 27 moléculas orgánicas apolares como COP [19].

Los COP se dividen en tres subgrupos principales: i) Plaguicidas organoclorados que se han utilizado deliberadamente en la agricultura, por ejemplo, endosulfán, lindano, diclorodifeniltricloroetano (DDT), dieldrín, clordano, pentaclorofenol (PCP), diclorodifenildicloroetano (DDE), dicofol, heptacloro, mirex, etc. ii) Productos químicos producidos industrialmente, incluidos naftalenos policlorados (PCN), bifenilos policlorados (PCB), hexaclorobencenos (HCB), éteres de difenilo polibromados (PBDE) y compuestos poliperfluorados (PFC), bifenilos polibromados (PBB). iii) Los subproductos industriales producidos no intencionalmente incluyen los HCB, las dibenzo-p-dioxinas policloradas/dibenzofuranos policlorados (PCDD/PCDF) y los PCN [21].

Las fuentes industriales importantes de COP son las industrias química, textil y de tintes, de pulpa y papel, petroquímica, metalúrgica, imprenta, cloro-álcalina, herbicida y de producción de

cemento etc. (Tabla 1) [22]. Los pesticidas COP llegan al medio ambiente durante el transporte, el almacenamiento, la eliminación y el uso agrícola. Los PCB se utilizan generalmente como aislante en transformadores y condensadores, fluidos de intercambio de calor, como aditivo en papel autocopiativo y plásticos que se liberan al medio ambiente por evaporación y derrames. Muchos procesos industriales (térmicos (combustión de combustibles e incineración de residuos, industria ferrosa, producción de coque y aluminio, transporte por carretera, síntesis química de sustancias cloradas) liberan COP como HAP, dioxinas/furanos y hexaclorobenceno como subproductos que se emiten directamente en el aire [23].

Tabla 1. Fuentes industriales de COP.

Industrias	COP producidos
Industria química	PCDD y PCDF
Industria textil y de tintes.	PCDD, PCDF, aminas aromáticas, dioxazina, antraquinona, pentaclorofenol, cloranilo, ftalocianina, compuestos fenólicos.
Industria de pulpa y papel	PCDD, PCDF, PCB, PCN, policloroantracenos, tetracloroazo y azoxibencenos, taninos, clorofenoles, biocidas, ácidos grasos, ácidos resínicos y cloroligina.
Industria petroquímica	HAP
Industria de la impresión	PCB, naftaleno, BAP, pireno, antraceno,
Tratamiento de lixiviados de vertedero	HAP, PCDD, PCDF, dibenzotiofenos policlorados (PCDT) y éteres de difenilo polibromados (PBDE)
Industria clorocalina	PCDD, PCDF, PCB y PCN
Industria culinaria	PCDD, PCDF, PCB, HCB y pentaclorobenceno (PeCB)
Industria de herbicidas	PCDD, PCDF como dibenzofurano o 2-clorodibenzofurano, <i>acenafteno</i> , fenantreno, flúor, 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (2,3,7,8-TCDD),
Industria del cemento	PCDD, PCDF
Industria farmacéutica	HAP como <i>acenafteno</i> , <i>fluoranteno</i> ,
Industria de pigmentos	HAP como <i>acenafteno</i> , antraceno, fluoreno, pireno,

3.4. Estrategias de mitigación.

Remediar sitios contaminados con COP es una de las preocupaciones que prevalecen desde hace décadas y para ello se utilizan diversas tecnologías. Las tecnologías de remediación que se utilizan para sitios contaminados con COP incluyen biorremediación, remediación térmica, degradación fotocatalítica, dechloración con catalizadores metálicos e inhibidores de dioxinas como compuestos de nitrógeno y azufre [24]. Los métodos físicos y químicos para tratar los sitios contaminados con dioxinas son bastante costosos en comparación con la biodegradación y la biorremediación. El método de tratamiento biológico ha ganado atención y se ha vuelto popular debido a su mínimo impacto ambiental y su naturaleza económica [25].

Según la ubicación del proyecto de tratamiento y remediación de COP, las tecnologías de remediación se clasifican en remediación ex situ e in situ. Las tecnologías in situ son más económicas ya que no necesitan transferencias a larga distancia y son fáciles de operar en el sitio contaminado, mientras que las ex situ, como sugiere el nombre, requieren la transferencia de contaminantes a un sitio específico donde se instala una planta de tratamiento [26]. Las técnicas de remediación ex situ son bastante costosas ya que necesitamos extraer toda el agua subterránea contaminada o excavar todo el suelo contaminado, para lo cual necesitamos maquinaria y mano de obra adicionales en comparación con las opciones de tratamiento in situ. Pero también tiene su propia ventaja de que la condición hidrogeológica del sitio no afecta el proceso de tratamiento y es altamente efectivo con bajo riesgo ambiental [27].

El método comúnmente utilizado para el tratamiento de COP es la biorremediación. Es un método eficiente y rentable que utiliza la capacidad de degradación de los COP de los microorganismos [28]. Los diversos grupos de microorganismos están presentes en todas partes y pueden trabajar incluso en condiciones extremas. Tienen la capacidad de degradar estos contaminantes mediante un mecanismo catalítico eficiente. Aunque la biorremediación gana mucho interés en la comunidad científica, también tiene algunas limitaciones, como la baja biodisponibilidad de los contaminantes, la falta de enzimas para un contaminante específico, la toxicidad de los contaminantes para los microbios útiles y la falta de valores de prueba de eficacia para la biorremediación [29].

Otro método de remediación de COP ampliamente utilizado es el proceso de coagulación y floculación [1]. Este método se aplica a aguas residuales contaminadas con COP. Esto es muy eficaz para eliminar contaminantes orgánicos. El coagulante comúnmente utilizado en este proceso es el sulfato de aluminio (alumbre), ya que es fácilmente disponible y rentable. La adición de coagulante y el ajuste del pH conducen a la desestabilización de las partículas coloidales, seguida de la floculación [1].

La fitorremediación también está ganando atención para la remediación in situ de suelos contaminados con COP [30]. Las plantas diseñadas para la remediación de COP han dado resultados muy prometedores y han demostrado ser una solución al problema más respetuosa con el medio ambiente [31]. Este método es adecuado para sitios muy grandes donde es problemático tratar con métodos ex situ. Las ventajas de utilizar plantas para el tratamiento son: (1) ayuda a reducir la pérdida de la capa superior del suelo; (2) ecológica y estéticamente deseable; (3) La diversidad de plantas aumenta la cantidad de microbios y la diversidad; y (4) inducir microbios y metabolizar xenobióticos con ellos. Como todas las técnicas, las limitaciones de la fitorremediación requieren mucho tiempo, es decir, las plantas necesitan tiempo para crecer y establecerse; Costo adicional asociado con la plantación, cultivo y monitoreo de contaminantes [30].

4. Conclusión

La investigación enfatiza la gravedad de la contaminación por Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) y sus efectos multidimensionales en el medio ambiente y la salud humana. A pesar de los esfuerzos internacionales, la presencia persistente de COP como el DDT en regiones específicas, como algunos países africanos, sugiere desafíos significativos en la implementación efectiva de los tratados existentes. Esto plantea la cuestión de la necesidad de estrategias más rigurosas y medidas de aplicación para abordar la persistencia de ciertos COP y garantizar su eliminación global.

La revisión bibliográfica destaca la ubicuidad de los COP, su transporte a larga distancia y su presencia en diferentes compartimentos ambientales, desde el aire hasta el suelo y el agua. Este fenómeno subraya la complejidad de abordar la contaminación por COP, ya que estos compuestos pueden afectar múltiples aspectos del entorno. La contaminación en el agua, en particular, plantea riesgos directos para la biodiversidad y la salud humana, dado que los COP ingresan al ciclo del agua, afectando tanto las aguas superficiales como las subterráneas.

La exposición crónica y aguda a COP, a través de la dieta y otros medios, destaca la amenaza continua para la salud humana y la vida silvestre. La biomagnificación y biomagnificación de estos contaminantes, especialmente en especies de nivel trófico superior, señalan la necesidad de medidas urgentes. La relación entre la exposición a COP y diversas enfermedades en humanos y animales, desde enfermedades gastrointestinales hasta problemas neurológicos, pone de

manifiesto la urgencia de abordar estos problemas en términos de salud pública y conservación de la biodiversidad.

Las estrategias de mitigación, como la biorremediación y la fitorremediación, ofrecen enfoques prometedores para combatir la contaminación por COP. Sin embargo, se destaca la necesidad de equilibrar la eficacia con la viabilidad económica y ambiental, así como la consideración de limitaciones como la toxicidad de los contaminantes para los microorganismos útiles. Además, la comparación entre las tecnologías de remediación in situ y ex situ resalta la importancia de adaptar las estrategias según la ubicación y las condiciones específicas del sitio.

Financiamiento: La investigación no fue financiada por ninguna entidad.

Conflictos de interés: Los autores declaran la no existencia de conflicto de interés alguno.

Referencias

1. Pariatamby, A.; Kee, Y.L. Persistent Organic Pollutants Management and Remediation. *Procedia Environ. Sci.* **2016**, *31*, 842–848.
2. Odabasi, M.; Ozgunerge Falay, E.; Tuna, G.; Altiook, H.; Kara, M.; Dumanoglu, Y.; Bayram, A.; Tolunay, D.; Elbir, T. Biomonitoring the Spatial and Historical Variations of Persistent Organic Pollutants (POPs) in an Industrial Region. *Environ. Sci. Technol.* **2015**, *49*, 2105–2114.
3. Donato, F.; Moneda, M.; Portolani, N.; Rossini, A.; Molfino, S.; Ministrini, S.; Contessi, G.B.; Pesenti, S.; De Palma, G.; Gaia, A. Polychlorinated Biphenyls and Risk of Hepatocellular Carcinoma in the Population Living in a Highly Polluted Area in Italy. *Sci. Rep.* **2021**, *11*, 3064.
4. Thompson, L.A.; Darwish, W.S.; Ikenaka, Y.; Nakayama, S.M.M.; Mizukawa, H.; Ishizuka, M. Organochlorine Pesticide Contamination of Foods in Africa: Incidence and Public Health Significance. *J. Vet. Med. Sci.* **2017**, *79*, 751–764.
5. Govaerts, A.; Verhaert, V.; Covaci, A.; Jaspers, V.L.B.; Berg, O.K.; Addo-Bediako, A.; Jooste, A.; Bervoets, L. Distribution and Bioaccumulation of POPs and Mercury in the Ga-Selati River (South Africa) and the Rivers Gudbrandsdalslågen and Rena (Norway). *Environ. Int.* **2018**, *121*, 1319–1330.
6. Rigét, F.; Vorkamp, K.; Bossi, R.; Sonne, C.; Letcher, R.J.; Dietz, R. Twenty Years of Monitoring of Persistent Organic Pollutants in Greenland Biota. A Review. *Environ. Pollut.* **2016**, *217*, 114–123.
7. Schwarzenbach, R.P.; Gschwend, P.M.; Imboden, D.M. *Environmental Organic Chemistry*; John Wiley & Sons, 2016; ISBN 1118767047.
8. Sun, P.; Basu, I.; Blanchard, P.; Brice, K.A.; Hites, R.A. Temporal and Spatial Trends of Atmospheric Polychlorinated Biphenyl Concentrations near the Great Lakes. *Environ. Sci. Technol.* **2007**, *41*, 1131–1136.
9. Henny, C.J.; Kaiser, J.L.; Grove, R.A.; Johnson, B.L.; Letcher, R.J. Polybrominated Diphenyl Ether Flame Retardants in Eggs May Reduce Reproductive Success of Ospreys in Oregon and Washington, USA. *Ecotoxicology* **2009**, *18*, 802–813.
10. Avino, P.; Russo, M. V A Comprehensive Review of Analytical Methods for Determining Persistent Organic Pollutants in Air, Soil, Water and Waste. *Curr. Org. Chem.* **2018**, *22*, 939–953.
11. Windsor, F.M.; Pereira, M.G.; Tyler, C.R.; Ormerod, S.J. Biological Traits and the Transfer of Persistent Organic Pollutants through River Food Webs. *Environ. Sci. Technol.* **2019**, *53*, 13246–13256.
12. Bogdal, C.; Scheringer, M.; Abad, E.; Abalos, M.; Van Bavel, B.; Hagberg, J.; Fiedler, H.




- Worldwide Distribution of Persistent Organic Pollutants in Air, Including Results of Air Monitoring by Passive Air Sampling in Five Continents. *TrAC Trends Anal. Chem.* **2013**, *46*, 150–161.
13. Devi, P.I.; Thomas, J.; Raju, R.K. Pesticide Consumption in India: A Spatiotemporal Analysis *§. Agric. Econ. Res. Rev.* **2017**, *30*, 163–172.
 14. Devi, N.L.; Chakraborty, P.; Shihua, Q.; Zhang, G. Selected Organochlorine Pesticides (OCPs) in Surface Soils from Three Major States from the Northeastern Part of India. *Environ. Monit. Assess.* **2013**, *185*, 6667–6676.
 15. Zacharia, J.T. Degradation Pathways of Persistent Organic Pollutants (POPs) in the Environment. *Persistent Org. Pollut.* **2019**, 17–30.
 16. Ahmed, H.; Sharif, A.; Bakht, S.; Javed, F.; Hassan, W. Persistent Organic Pollutants and Neurological Disorders: From Exposure to Preventive Interventions. In *Environmental Contaminants and Neurological Disorders*; Springer, 2021; pp. 231–247.
 17. Dietz, R.; Letcher, R.J.; Desforgues, J.-P.; Eulaers, I.; Sonne, C.; Wilson, S.; Andersen-Ranberg, E.; Basu, N.; Barst, B.D.; Bustnes, J.O. Current State of Knowledge on Biological Effects from Contaminants on Arctic Wildlife and Fish. *Sci. Total Environ.* **2019**, *696*, 133792.
 18. Jiménez Montalbán, P.J. Contaminantes Ambientales Persistentes y Su Influencia Sobre El Éxito Reproductor En Una Colonia de Gaviota de Audouin (*Ichtyaetus Audouinii*) En El Mediterráneo Occidental. *Proy. Investig.* **2018**.
 19. García Hernández, J.A. Estado Del Arte de Los Contaminantes Orgánicos Persistentes (COP) En Colombia Entre Los Años 2007–2017.
 20. Ramírez, M.A.Y.; García, A.G.; Barrera, J. El Convenio de Estocolmo Sobre Contaminantes Orgánicos Persistentes y Sus Implicaciones Para México. *Gac. Ecológica* **2003**, 7–28.
 21. Madrigal, P.N.; Valor, I. El Uso Agrícola de Los Lodos de EDAR y Los COPs: Evaluación Del Destino Medioambiental de Los COPs Existentes En Los Lodos. *Ing. química* **2008**, 188–196.
 22. Astoviza, M.J. Evaluación de La Distribución de Contaminantes Orgánicos Persistentes (COPs) En Aire En La Zona de La Cuenca Del Plata Mediante Muestreadores Pasivos Artificiales 2014.
 23. Brusseau, M.L.; Artiola, J.F. Chapter 12 – Chemical Contaminants. In; Brusseau, M.L., Pepper, I.L., Gerba, C.P.B.T.–E. and P.S. (Third E., Eds.; Academic Press, 2019; pp. 175–190 ISBN 978-0-12-814719-1.
 24. Khasawneh, O.F.S.; Palaniandy, P. Removal of Organic Pollutants from Water by Fe₂O₃/TiO₂ Based Photocatalytic Degradation: A Review. *Environ. Technol. Innov.* **2021**, *21*, 101230.
 25. Jeon, J.-R.; Murugesan, K.; Baldrian, P.; Schmidt, S.; Chang, Y.-S. Aerobic Bacterial Catabolism of Persistent Organic Pollutants—Potential Impact of Biotic and Abiotic Interaction. *Curr. Opin. Biotechnol.* **2016**, *38*, 71–78.
 26. Camacho-Jiménez, L.; González-Ruiz, R.; Yepiz-Plascencia, G. Persistent Organic Pollutants (POPs) in Marine Crustaceans: Bioaccumulation, Physiological and Cellular Responses. *Mar. Environ. Res.* **2023**, *192*, 106184, doi:<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2023.106184>.
 27. Vakarelska, E.; Nedyalkova, M.; Vasighi, M.; Simeonov, V. Persistent Organic Pollutants (POPs) – QSPR Classification Models by Means of Machine Learning Strategies. *Chemosphere* **2022**, *287*, 132189, doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.132189>.

28. Boudh, S.; Singh, J.S.; Chaturvedi, P. Microbial Resources Mediated Bioremediation of Persistent Organic Pollutants. In *new and future developments in microbial biotechnology and bioengineering*; Elsevier, 2019; pp. 283–294.
29. Bharagava, R.N.; Saxena, G.; Mulla, S.I. Introduction to Industrial Wastes Containing Organic and Inorganic Pollutants and Bioremediation Approaches for Environmental Management. *Bioremediation Ind. Waste Environ. Saf. Vol. I Ind. Waste Its Manag.* **2020**, 1–18.
30. Tarla, D.N.; Erickson, L.E.; Hettiarachchi, G.M.; Amadi, S.I.; Galkaduwa, M.; Davis, L.C.; Nurzhanova, A.; Pidlisnyuk, V. Phytoremediation and Bioremediation of Pesticide–Contaminated Soil. *Appl. Sci.* **2020**, *10*, 1217.
31. Rylott, E.L.; Johnston, E.J.; Bruce, N.C. Harnessing Microbial Gene Pools to Remediate Persistent Organic Pollutants Using Genetically Modified Plants—a Viable Technology? *J. Exp. Bot.* **2015**, *66*, 6519–6533.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Evaluación del riesgo sísmico en Ecuador mediante el uso del software R-Crisis

Andrea Zarate¹  Alexis Andrade¹  Kleber Jaramillo¹  Karen Mendoza¹  Luis Toapanta¹ 

¹ Carrera de Civil, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 0601

✉ Correspondencia: kmmendoza.fic@unach.edu.ec  +593 0987993687

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj62093>

Resumen: La investigación aborda el riesgo sísmico en Ecuador, un país ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico con historial de eventos sísmicos significativos. A pesar de la normativa vigente sobre peligro sísmico, se reconoce la necesidad de una evaluación actualizada. Para comprender a fondo el nivel de riesgo sísmico actual en el país, se llevó a cabo un análisis probabilístico del peligro sísmico. Este análisis se basó en fuentes sismogénicas actualizadas y una revisión exhaustiva del catálogo sísmico de la última década. Además, se crearon dos subfuentes sísmicas en las regiones de Manabí y Esmeraldas para obtener una evaluación más precisa. El estudio se centra en las provincias de Guayas, Chimborazo y Pastaza, destacando que las aceleraciones en Guayaquil, Riobamba y Puyo superan los límites establecidos en la NEC 15. Se concluye que la peligrosidad influye significativamente en el riesgo sísmico, con una vulnerabilidad generalmente media a alta en las edificaciones.

Palabras claves: Aceleración, curvas de peligrosidad, fuentes sismogénicas, peligro sísmico, riesgo sísmico.

Assessment of seismic risk in Ecuador through the use of R-Crisis software

Abstract: The research addresses seismic risk in Ecuador, a country located in the Pacific Ring of Fire with a history of significant seismic events. Despite existing seismic hazard regulations, the need for an updated assessment is recognised. To gain a thorough understanding of the current level of seismic risk in the country, a probabilistic seismic hazard analysis was carried out. This analysis was based on updated seismogenic sources and a comprehensive review of the seismic catalogue of the last decade. In addition, two seismic sub-sources were created in the regions of Manabi and Esmeraldas to obtain a more accurate assessment. The study focuses on the provinces of Guayas, Chimborazo and Pastaza, highlighting that accelerations in Guayaquil, Riobamba and Puyo exceed the limits established in NEC 15. It is concluded that hazard significantly influences seismic risk, with generally medium to high vulnerability in buildings..

Keywords: Acceleration, hazard curves, seismogenic sources, seismic hazard, seismic risk.



Cita: Zarate, A., Andrade, A., Kleber, J., Mendoza, K., & Toapanta, L. (2023). Evaluación del riesgo sísmico en Ecuador mediante el uso del software R-Crisis. *Green World Journal*, 02(06), 93. <https://doi.org/10.53313/gwj62093>

Received: 15 / septiembre /2023

Accepted: 20 /noviembre/2023

Published: 15/diciembre /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license. Creative Commons Attribution (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introducción

Ecuador, situado en el cinturón de fuego del Pacífico, enfrenta una constante amenaza sísmica debido a su ubicación geográfica. A lo largo de su historia, el país ha experimentado impactantes eventos sísmicos que han dejado una huella significativa en diversas regiones. Uno de los episodios más notables fue el terremoto de 1906, que alcanzó una magnitud de 8.8 en las costas del Norte de Ecuador [1]. Más recientemente, en 2016, un sismo de magnitud 7.8 se catalogó como uno de los más destructivos de los últimos años, generando considerables pérdidas humanas y económicas, especialmente en las ciudades de Pedernales, Manta y Portoviejo [2].

La vulnerabilidad sísmica de Ecuador se ve exacerbada por su historial de sismos de alta magnitud, a menudo vinculados a procesos de subducción que generan terremotos cercanos a zonas pobladas. Estos eventos sísmicos impactan drásticamente en la población, la infraestructura y la economía, provocando retrasos en el desarrollo del país [3].

La evaluación del riesgo sísmico en Ecuador se convierte en una tarea crucial dada la persistente amenaza sísmica. Según [4], el peligro sísmico en el país está principalmente determinado por dos tipos de fuentes sísmicas: subducción (interfase e intraplaca) y corticales. Cada una de estas fuentes experimenta procesos independientes de acumulación y liberación de energía, lo que da lugar al fenómeno de migración de fuentes sísmicas a lo largo del tiempo. Es esencial comprender estos cambios para anticipar y gestionar adecuadamente las amenazas sísmicas [5].

La elaboración de modelos de atenuación se realiza a partir de los parámetros sísmicos de cada fuente, estableciendo las relaciones de atenuación de las intensidades sísmicas relevantes. Estos modelos se basan en estudios previos que se ajustan a los mecanismos de falla de las fuentes sismogénicas de Ecuador, según [3].

El riesgo sísmico, conceptualizado por [6] se define como la probabilidad de que la población sufra pérdidas y daños en sus medios de vida, siendo resultado de la interacción entre la peligrosidad y la vulnerabilidad sísmica. [7] caracteriza la peligrosidad como la probabilidad de un movimiento sísmico de cierta magnitud en un emplazamiento específico durante un período de tiempo determinado. Por otro lado, [8] destaca que la vulnerabilidad es una variable modificable que depende de factores como el tipo de sistema estructural, irregularidades en las edificaciones, mantenimiento y aplicación de normativas de construcción.

El objetivo central de la presente investigación es llevar a cabo una evaluación exhaustiva del riesgo sísmico en Ecuador utilizando el Software R-CRISIS. Este enfoque permitirá determinar la vigencia de los factores de peligrosidad sísmica establecidos por la normativa ecuatoriana, identificando la necesidad de posibles actualizaciones para fortalecer la resiliencia del país ante futuros eventos sísmicos.

2. Metodología

Este documento propone actualizar la información sobre la peligrosidad sísmica en Ecuador mediante una metodología cuantitativa de alcance explicativo y correlacional. La metodología emplea un enfoque probabilista para analizar cómo los cambios en los procesos de acumulación y liberación de energía en las fuentes sísmicas afectan la peligrosidad sísmica del país. Los resultados se expresan a través de valores del coeficiente Z, representados en un mapa y curvas de peligrosidad sísmica.

La investigación se centra en actualizar la peligrosidad sísmica en Ecuador a través del estudio de la sismicidad en el país. El universo de estudio abarca todos los sismos ocurridos en el territorio ecuatoriano, considerando un tamaño de muestra a convenir. Se selecciona la muestra de sismos desde 2011 hasta 2022 con magnitud momento mayor a 4.0, clasificados como sismos moderados. Los datos recopilados provienen de las bases de datos del Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional (IGEPN) y del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

2.1. Materiales y métodos.

2.1.1. Fuentes sismogénicas

Para la modelación geométrica de las fuentes sísmicas se utilizaron las establecidas por el IG-EPN, donde se definen las fuentes sismogénicas basadas en el estudio realizado por [9], con un total de diecinueve fuentes sísmicas. Clasificándose en nueve fuentes corticales, cuatro fuentes interfase y seis fuentes intraplaca.

Las fuentes corticales son superficiales y están ubicadas en el centro y al oriente del país, mientras que las fuentes interfase están ubicadas en la costa ecuatoriana y están definidas en un rango medio de profundidad, por último, las fuentes intraplaca son las que alcanzan una mayor profundidad y están ubicadas en la zona centro del país. A continuación, se muestran las fuentes corticales (C), interfase (INF) e intraplaca (INT).

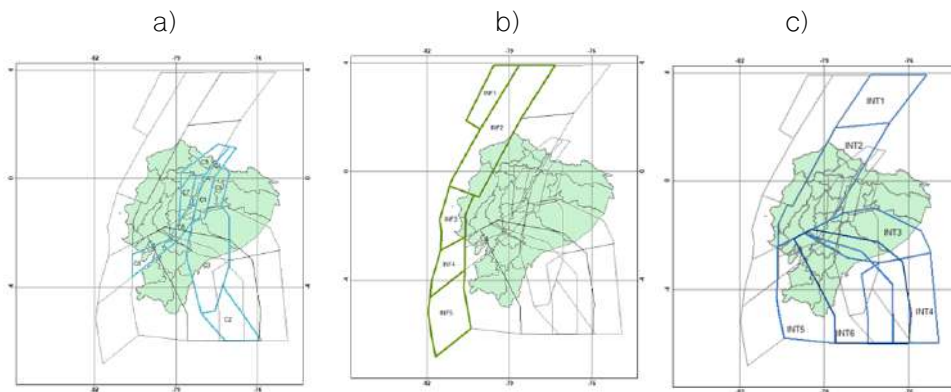


Figura 1. Fuentes sismogénicas a) corticales (C), b) interfase (INF) y c) intraplaca (INT).

2.1.2. Parámetros de fuentes

Se muestra un resumen de la información sísmica de cada fuente, en la que se detallan los valores necesarios para el cálculo probabilístico de la peligrosidad sísmica.

Tabla 1. Parámetros de sismicidad de las fuentes.

Nombre fuente	Cód	Prof. Zona (km)	a	b	β	Ma g. Max	M ₀	Lamb da (M ₀)	sig ma β	Stri ke
Corteza										
COSANGA	C1	0-35	2.77	0.71	1.63	7.8	4.8	0.386	0.1	19
MOYOBAMBA	C2	0-35	4.45	0.98	2.25	7.7	4.8	1.082	0.1	16
CUTUCÚ	C3	0-35	5.44	1.17	2.69	7.8	4.5	1.436	0.1	19
CHINGUAL	C4	0-35	3.08	0.98	2.25	7.6	4.2	0.046	0.1	35
NAPO	C5	0-35	3.44	0.98	2.25	7.8	4.5	0.106	0.1	19
PALLATANGA	C6	0-35	2.08	0.73	1.68	7.9	4.5	0.341	0.1	30
QUITO-LATACUNGA	C7	0-35	2.68	0.07	1.61	7.3	4.5	0.336	0.1	19
PUNA	C8	0-35	3.58	0.98	2.25	7.5	4.5	0.149	0.1	60

EL ANGEL	C9	0-	3.	0.	2.25	7.7	4.	0.127	0.1	35
		35	45	98	65	5				
Interfase										
SHALLOW	IN	0-	6.	1.	3.20	6.6	4.	3.012	0.1	90
	F5	50	75	39	06	8				
ESMERALDAS	IN	0-	4	0.	1.86	8.8	4.	2.341	0.1	30
	F2	50		81	51	8				
LA PLATA	IN	0-	3.	0.	1.84	8	4.	0.915	0.1	12
	F1	40	56	8	21	5				
GOLFO DE GUAYAQUIL	IN	0-	3.	0.	1.93	8.2	4.	0.492	0.1	0
	F4	40	48	84	42	5				
TALARA	IN	0-	4.	0.	2.09	7.8	4.	1.916	0.1	0
	F3	40	36	91	54	8				
Intraplaca										
CALDAS CLUSTER	IN	35-	4.	1.	2.41	7.2	4.	0.987	0.1	90
	T1	250	71	05	77	8				
SUB VOLCANIC ARC	IN	35-	5.	1.	2.55	7.2	4.	1.141	0.1	80
	T2	180	07	11	59	5				
PUYO	IN	130	5.	1.	2.41	8	4.	3.6	0.1	31
	T3	-300	3	05	77	8				0
LORETO	IN	130	7.	1.	3.73	8	4.	1.279	0.1	34
	T4	-180	38	62	02	8				5
LOJA	IN	35-	6.	1.	3.06	7.7	4.	6.718	0.1	33
	T5	100	83	33	24	8				0
MORONA	IN	0-	4.	1.	2.39	7.5	4.	2.958	0.1	33
	T6	35	54	04	47	8				5

2.1.3. Catálogo

Los datos del presente catálogo corresponden a los sismos registrados en los años 2011 al 2022, compilados del Instituto geofísico de la escuela politécnica nacional (IGEPN) y el servicio geológico de Estados Unidos (USGS). Los valores considerados para el catálogo fueron la latitud y longitud, profundidad, el valor y escala de la magnitud, fecha en el que se desarrolló cada evento sísmico.

El catálogo sísmico se ha desarrollado a partir del año 2011, porque se pretende analizar los sismos ocurridos en la última década tomando como base que el estudio de [9] referente a la definición de fuentes sísmicas no considera sismos de gran importancia como el terremoto del 16 de abril de 2016, con la finalidad de encontrar posibles cambios en la sismicidad del país que permitan identificar variaciones en las fuentes sísmicas.

El catálogo es representado como el mapa del Ecuador con los sismos analizados del IGEPN (rojo) y el USGS (azul).

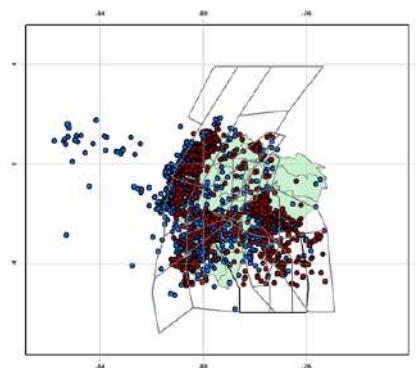


Figura 2. Sismos registrados en la última década.

2.1.4. Homogenización

En los catálogos analizados se tienen mediciones hechas por las instituciones IGEPN y USGS que están expresadas en varias escalas de magnitud, como son Magnitud de ondas de cuerpo (Mb), Magnitud de la agencia meteorológica de japon (Mjma), Magnitud local (ML), Magnitud local calculada en la componente vertical (MLv), Magnitud de ondas superficiales (Ms) y Magnitud de ondas superficiales de banda ancha Ms (BB). Por lo que es necesario transformar los valores de magnitud a una sola escala que nos permita homogenizar y simplificar el catálogo para entender de mejor manera la energía liberada en cada sismo.

2.1.5. Creación de subfuentes

Del catálogo homogenizado se procede a graficar los sismos con sus respectivas magnitudes y coordenadas en GIS, con el objetivo de analizar la distribución espacial de los sismos en el país.

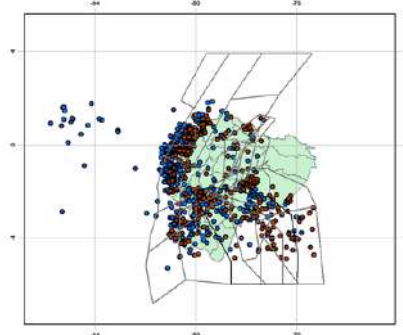


Figura 3. Sismos registrados a partir de la magnitud 4 Mw

Así se puede observar que en la zona de Manabí y Esmeraldas han ocurrido una gran cantidad de sismos, por lo que resulta pertinente crear dos subfuentes que engloben los dos cúmulos de sismos que se puede observar en dicha zona. La definición de estas subfuentes permitirá realizar un estudio más minucioso de la zona en cuestión.

Se crea la subfuente INFM1, la cual está ubicada en Manabí y en la que se han contabilizado un total de 153 sismos, también, se crea la subfuente INFM2, está ubicada entre Esmeraldas y Manabí en la cual se han contabilizado un total de 183 sismos.

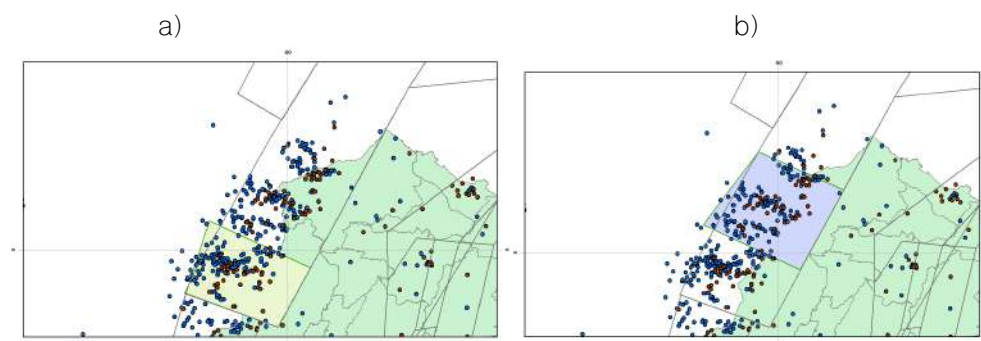


Figura 4. a) Subfuente INFM1 y b) Subfuente INFM2

2.1.6. Decluster del catálogo

Es necesario limpiar el catálogo sísmico de réplicas y premonitorios, por lo cual se empleó el algoritmo de Reasenberg para el decluster del mismo. Este algoritmo fue aplicado utilizando el programa Zmap en Matlab. Las variables consideradas en el software son las que se consideran estándar según [10].

Con la aplicación del método se consiguió reducir los catálogos para cada subfuente, en la fuente INF M1 el decluster del catálogo redujo el número de sismos de 153 a 105, dando a entender que los 48 sismos eliminados eran réplicas o premonitorios.

a)

b)

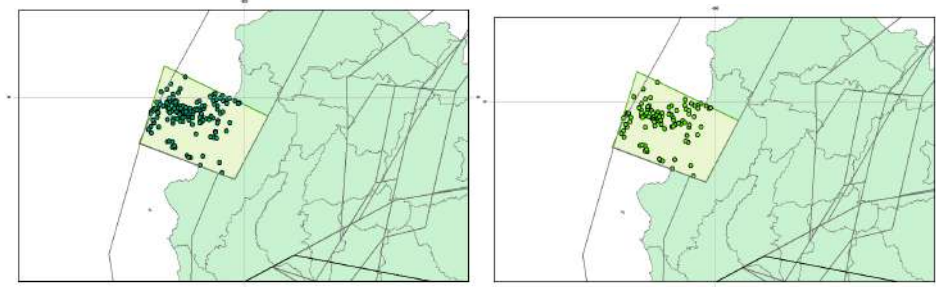


Figura 5. Catálogo sísmico a) sin declustering y b) con declustering de la Subfuente INFM1.

La fuente INF M2 el decluster del catálogo redujo el número de sismos de 183 a 114, dando a entender que los 69 sismos eliminados eran réplicas o premonitorios.

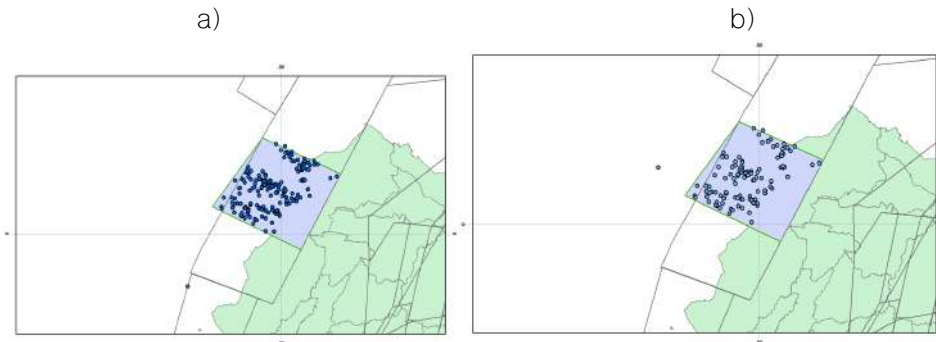


Figura 6. Catálogo sísmico a) sin declustering y b) con declustering de la Subfuente INFM2.

2.1.7. Gutenberg- Richter en subfuentes

A partir de los resultados obtenidos por la limpieza del catálogo se procede a definir el año de completitud de cada catálogo. El año de completitud es expresado como una pendiente constante en la gráfica que relaciona al número de sismos ocurridos a lo largo del período de estudio.

Se conoce que antes del año de completitud no se han registrado todos los sismos ocurridos en la zona de estudio debido a varios factores como la falta de equipos que registren todos los sismos por lo que se pretende corregir todos los años donde no existen dichas magnitudes. Por lo cual, en la completitud se define un año de referencia desde el cual se considera que la tasa de sismos es completa, la cual se extrapola a los años previos para obtener como resultado el número hipotético de sismos de cada magnitud ocurridos en todo el período.

2.1.8. FUENTE INFM1

En esta fuente se tiene un total de 105 sismos y el año de completitud es 2015 como se observa en la imagen.



Figura 7. Eventos sísmicos en el período de estudio

De esta manera se procede a calcular las tasas de sismos para cada magnitud Mw incluida en el catálogo. Este proceso se realiza para el catálogo original y para el corregido por completitud, es decir considerando el año en el cual los registros son completos para cada magnitud, y extrapolando para todo el período de estudio.

Se observa que la cantidad acumulada de sismos hipotéticos es de 149, la cual representa un aumento con respecto a los 105 sismos obtenidos del catálogo inicial, por lo que se puede decir que el catálogo ya ha sido completado.

El siguiente paso consiste en graficar las tablas anteriores relacionando la magnitud momento con el logN de los sismos acumulados en las tablas anteriores.

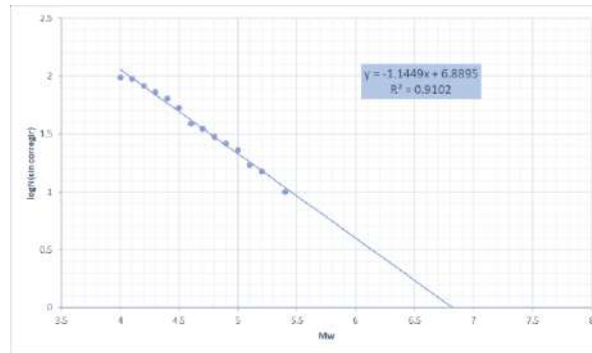


Figura 8. Gráfica Gutenberg-Richter para INFM1, corregido por completitud

Hallar la ecuación de la recta para estas gráficas nos permite obtener los valores a y b de la ecuación de Gutenberg-Richter

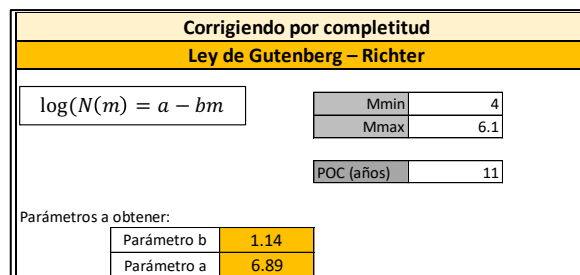


Figura 9. Resumen Gutenberg-Richter para INFM1

Para esta subfuente la ecuación de Gutenberg Richter queda expresada como

$$N(M) = 6.89x + 1.14$$

(1)

2.1.9. FUENTE INFM2



Figura 10. Eventos sísmicos en el período de estudio

Esta fuente cuenta con 114 sismos registrados en el período de observación y en la gráfica se observa que el año de completitud es 2015 el cual se entiende como un año de referencia que nos permite obtener una tasa de corrección que permite extrapolar todo el período en estudio.

La tasa corregida por completitud varía con respecto a la tasa sin corregir, en la mayoría de las magnitudes, lo cual significa que este proceso si nos permite corregir la cantidad de sismos que han existido en el período completo de estudio, como se observa en la siguiente tabla.

La cantidad acumulada de sismos hipotéticos es de 155, la cual representa un aumento con respecto a los 114 sismos obtenidos del catálogo inicial, por lo que se puede decir que el catálogo ya ha sido completado.

Graficando estos valores se obtienen los parámetros establecidos por Gutenberg Richter para esta fuente.

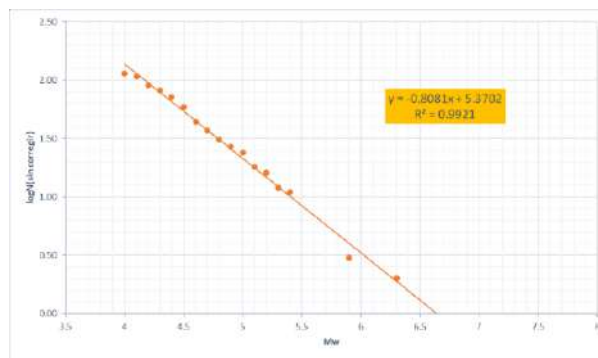


Figura 11. Gráfica Gutenberg-Richter para INFM2, corregido por completitud

Corrigiendo por completitud	
Ley de Gutenberg – Richter	
$\log(N(m)) = a - bm$	Mmin 4
	Mmax 6.1
	POC (años) 11
Parámetros a obtener:	
Parámetro b	1.14
Parámetro a	6.89

Figura 12. Resumen Gutenberg-Richter para INFM2

Para esta subfuente la ecuación de Gutenberg Richter queda expresada como

$$N(M) = 6.89x + 1.14$$

(2)

2.1.10. Modelación R-Crisis

Para el cálculo de peligrosidad sísmica en el software R-Crisis se debe realizar un procedimiento que considera el ingreso de algunos datos de entrada: mapa geográfico, fuentes sismogénicas y selección de modelos de atenuación.

Primeramente, se procede a ingresar el mapa geográfico del Ecuador para posterior a ello transportar las fuentes sismogénicas obtenidas del ArcGis, mismos archivos que fueron guardados en formato shapefile divididos según su régimen.

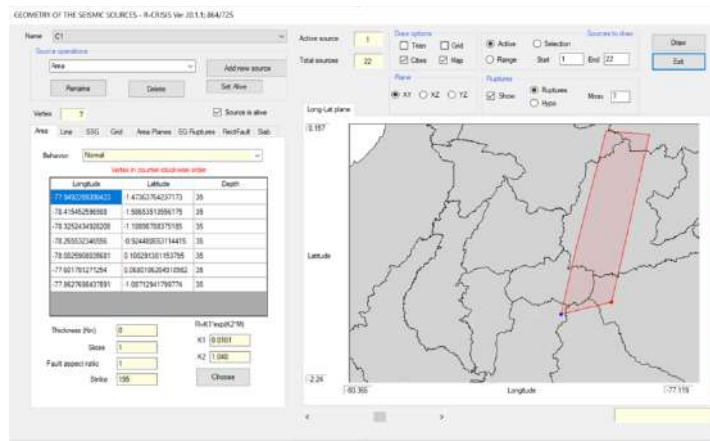


Figura 13. Ventana de ingreso de las fuentes sísmicas

Luego se procede a introducir los parámetros correspondientes a las fuentes sísmicas obtenidos aplicando la ley de Gutenberg–Richter como son la tasa de magnitud mínima M_0 , Parámetro esperado de b , coeficiente de variación de beta σ_b , también toma en cuenta el ingreso de las magnitudes máximas y mínimas registradas en cada fuente.

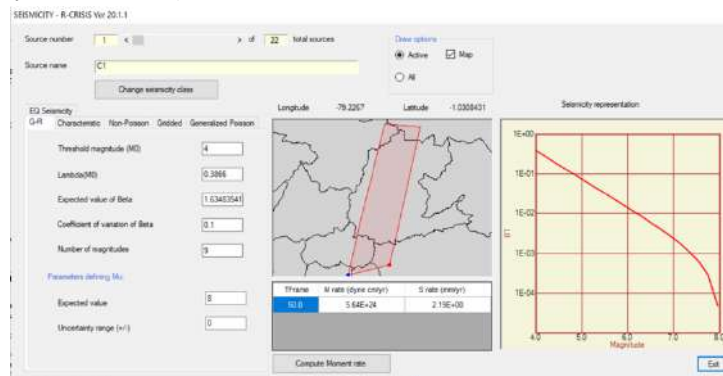


Figura 14. Ventana de introducción de datos de las fuentes sísmicas.

Los modelos de atenuación que se utilizaron fueron: Zhao (2006) para zonas corticales, Youngs et al., (1997) para zonas de interface e intraplaca.

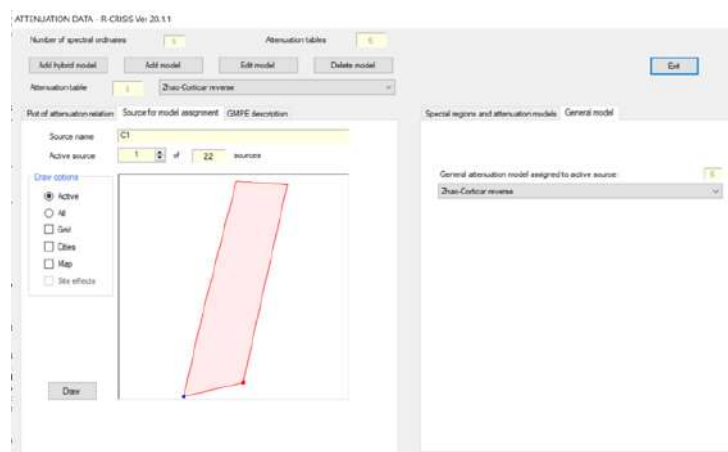


Figura 15. Ventana de introducción de datos de los Modelos de Atenuación.

Luego de haber ingresado todos los requerimientos en el Software R – CRISIS se procede a correr el programa para el cálculo de peligrosidad sísmica.

3. Resultados

3.1. Mapa de peligro sísmico

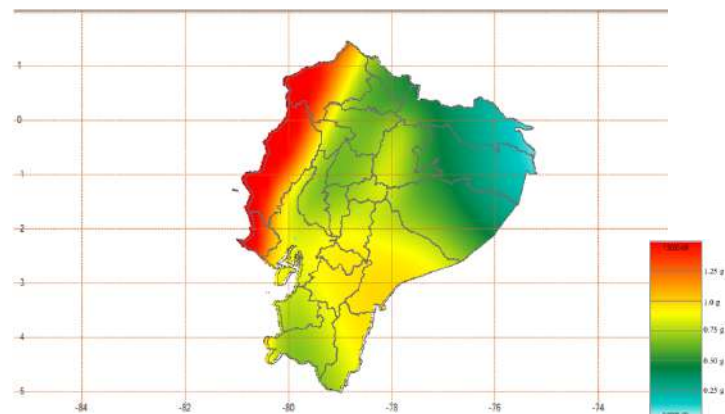


Figura 16. Mapa de peligro sísmico obtenido del R-Crisis.

El mapa obtenido muestra las aceleraciones de los movimientos sísmicos con un 10% de probabilidad de excedencia en un período de 50 años, es decir, un período de retorno de 475 años, esta probabilidad corresponde al sismo de diseño contemplado por la normativa ecuatoriana.

La distribución de colores, que representa la aceleración esperada, en el mapa obtenido a partir de R-CRISIS es similar al de la figura 17 y concuerda con la descripción del mapa de peligro sísmico presentado por [11] que indica que “Los mayores valores de PGA se presentan, en las zonas cercanas a la línea de costa ecuatoriana, especialmente en la Península de Santa Elena, Manabí y Esmeraldas. Se obtienen también valores altos en la región interandina y en el sureste del territorio continental ecuatoriano”. Para realizar la actualización del mapa de peligrosidad sísmica, se ha generado un catálogo sísmico a partir del cual se crearon 2 fuentes sísmicas INFM1 e INFM2 en la provincia de Esmeraldas y Manabí, sin embargo, en los resultados no se hace notorio un cambio en las aceleraciones con respecto a las demás zonas ubicadas en Costa del país.

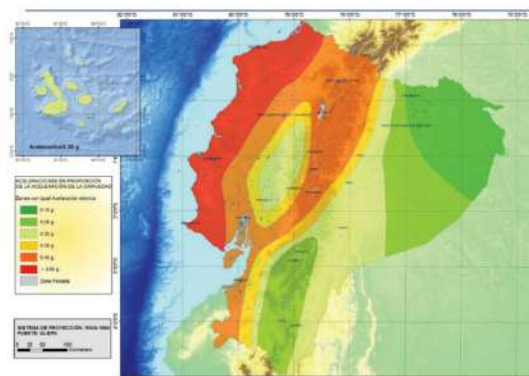


Figura 17. Mapa de Peligro Sísmico NEC-SE-DS

Observándose el valor máximo de $z=1.5g$ en la zona costera y un valor mínimo de $z=0.01$ en el nor-orient del país. Mientras que en la zona centro existen valores intermedios de la aceleración. Los valores de z definidos en la normativa para las ciudades capitales de las provincias de Guayas, Chimborazo y Pastaza son $0.5g$, $0.4g$ y $0.3g$ respectivamente. En este estudio, para las mismas ciudades los valores obtenidos de z son $0.84g$ en Guayaquil, $0.70g$ en Riobamba y $0.58g$ en Puyo.

Como se mencionaba anteriormente, las aceleraciones más altas con un periodo de retorno de 475 años se encuentran en el Noroccidente del Ecuador y según el mapa de peligrosidad sísmica alcanzan aceleraciones de hasta $1.5g$ en la costa. En el trabajo de investigación de [12]

realiza una reevaluación de amenaza sísmica por el método probabilista de un periodo de retorno de 475 años para la ciudad de Portoviejo donde se obtuvo aceleraciones máximas de 1.5g mismo que concuerdan con los resultados obtenidos por el software R-Crisis. Asimismo, (IG-EPN, 2016) en un informe especial sobre el sismo del 16 de abril del 2016, indica que en la estación APED de la red de sismógrafos del país se registró una aceleración de 1.407 g. Dando a conocer que las aceleraciones en la costa del país pueden alcanzar valores similares a los calculados.

Sin embargo, al comparar con la norma ecuatoriana de la construcción se tiene una aceleración de 0.5g siendo así un valor inferior al obtenido. Según la NEC-15 en la sección 10.1 referente al riesgo sísmico, reconoce que los valores de aceleración para la zona VI son mayores a 0.5g sin embargo para que las construcciones de las edificaciones sean más económicas se ha saturado a dicho valor.

3.2. Curvas de peligro sísmico

En la figura 18 se muestran las curvas de peligrosidad sísmica donde se pueden observar las aceleraciones de cada ciudad, con base a la tasa de excedencia que se requiera analizar. El estudio evalúa la peligrosidad para el sismo de diseño, con un periodo de retorno de 475 años, que corresponde a una tasa de excedencia de 10% en 50 años.

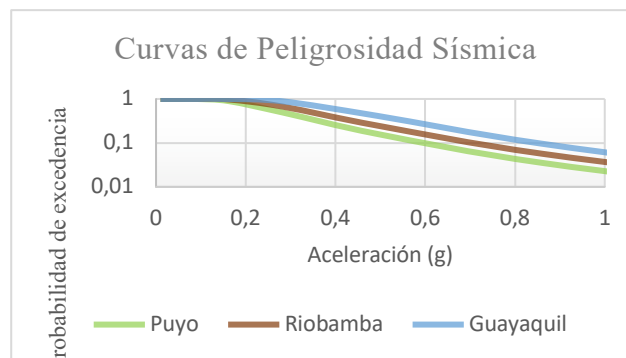


Figura 18. Curvas de peligro sísmico de las ciudades de Guayas, Riobamba y Puyo

En el caso de tener una tasa anual de excedencia de 0.1, las aceleraciones aproximadas en las ciudades de Guayaquil, Riobamba y Puyo serán de 0.84g, 0.70g y 0.59g, respectivamente. Mismos que concuerdan con los resultados obtenidos en el mapa de peligrosidad sísmica.

Al comparar los tres resultados, se puede notar cómo la subducción de las placas de Nazca y Sudamericana afecta especialmente al litoral ecuatoriano, debido a que allí se obtiene las más altas aceleraciones y por ende la sismicidad es más alta, esto explica los sismos recurrentes y de alta magnitud de esta zona.

A continuación, se presenta las curvas de peligro sísmico, donde se muestra la probabilidad de excedencia vs la aceleración para periodos de PGA, 0.1s, 0.2s, 0.5s y 1s ($S_a(g)$) de la ciudad de Guayaquil, Riobamba y Puyo, también se tiene las curvas de peligrosidad sísmica según lo establecido por la norma ecuatoriana de la construcción.

En las curvas de peligro sísmico observadas en la figura 19, se da a notar claramente que las aceleraciones para cada tasa anual de excedencia son mayores a los establecidos por la NEC-15.

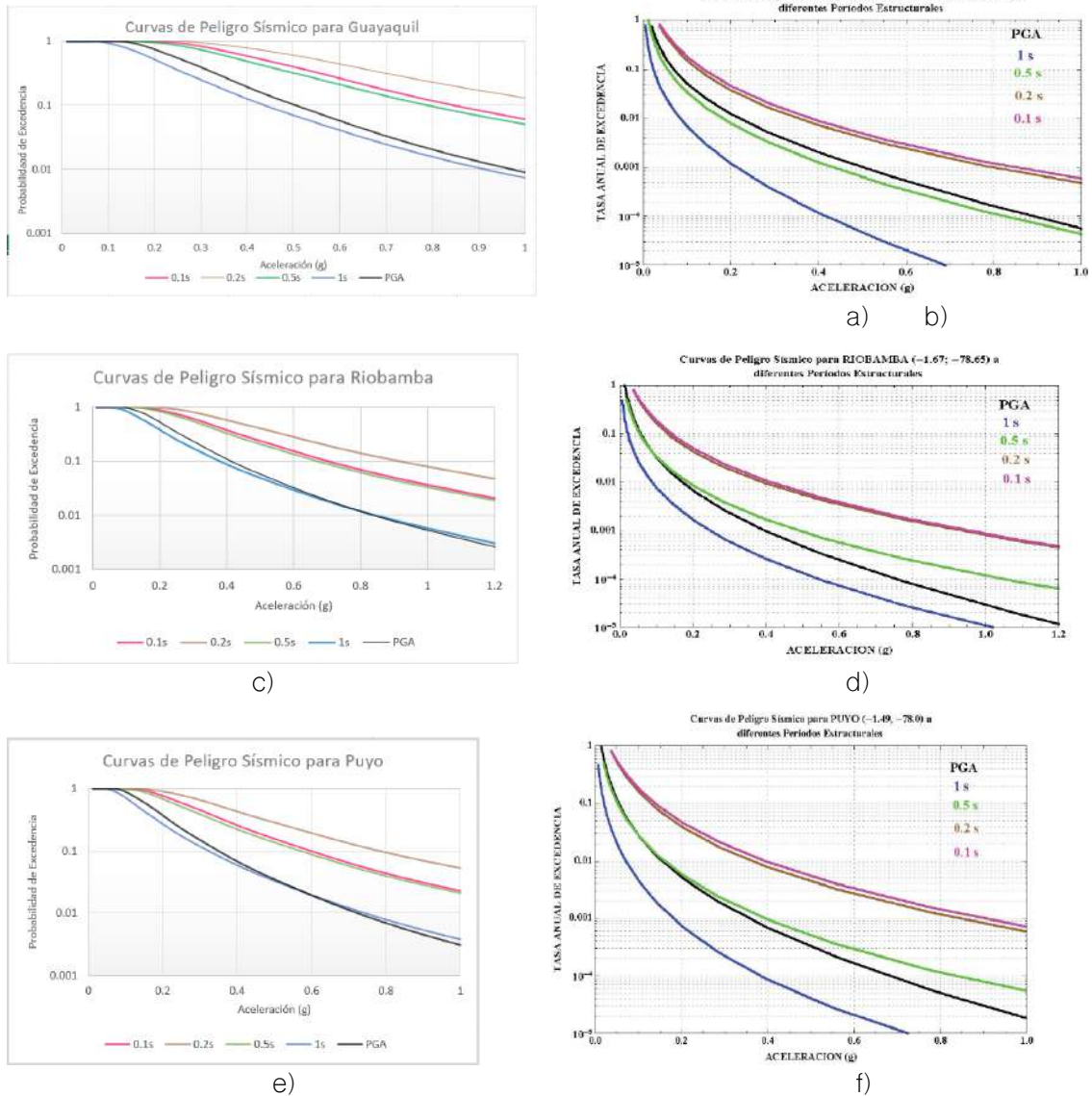


Figura 19. Comparación de las curvas de peligrosidad sísmica según los resultados obtenidos en R-Crisis (izquierda) vs las establecidas por la NEC-15 (derecha), de las ciudades de Guayaquil, Riobamba y Puyo.

Las figuras 19 a, c y e, muestran las curvas de peligrosidad obtenidas en R-CRISIS, donde el eje de las ordenadas representa la probabilidad de excedencia. Para el sismo de diseño, al que corresponde una probabilidad de excedencia del 10% y un período de retorno $T_r = 475$ años, se evalúa la aceleración pico del suelo PGA, correspondiente a un período de 0 s. Obteniendo las siguientes aceleraciones, en Guayaquil de 0.5g, en Riobamba de 0.41g y en Puyo de 0.36g.

Además, se muestran las curvas de peligrosidad establecidas en la NEC-15, las cuales son representadas en las figuras 19 b, d y f. Estas curvas reflejan la tasa anual de excedencia ($1/T_r$) en el eje de las ordenadas, lo que permite evaluar el valor del PGA correspondiente al sismo de diseño cuando la tasa es de 0.00211. Según la información presentada, se observa que las aceleraciones correspondientes a Guayaquil, Riobamba y Puyo son de 0.41g, 0.32g y 0.28g, respectivamente. Estos valores, utilizados para el cálculo del espectro de diseño son menores a las aceleraciones obtenidas, sin embargo, ya se preveía un incremento en las aceleraciones actuales.

Por ello se puede evidenciar que las aceleraciones actuales son considerablemente altas en contraste con las establecidas por la norma, esto puede ser debido a la falta de actualización de datos, ya que en la norma ecuatoriana de la construcción en la sección 10.1 menciona que los estudios de peligro sísmico han sido actualizados hasta el año 2011.

3.3. Modelos de atenuación utilizados

Los modelos de atenuación (GMPes) utilizados para el cálculo de peligrosidad sísmica son los recomendados en la investigación realizada por [13] donde analiza y evalúa la compatibilidad de las ecuaciones con respecto al tipo de falla, magnitudes, tipo de suelo. Cabe mencionar que en Ecuador no existe la elaboración de modelos de atenuación con las condiciones exactas de nuestro país, sin embargo, se puede seleccionar los modelos de atenuación que mejor se acoplen al país. Según [14] la correcta selección de modelos de atenuación es fundamental para predecir el valor de un determinado parámetro del movimiento, como es la aceleración.

En el presente estudio se usó el modelo de Zhao (2006) para fuentes corticales, debido a que es un modelo propuesto para zonas de subducción y zonas de corteza superficial ya sean de corticales o corticales inversos, tomando en cuenta las principales características del modelo: válido para sismos en un rango de magnitud de 5–8.3 (Mw), para un periodo espectral de 0–5 (s), distancia aplicable de 0 a 300 (Km). También se utilizó el modelo de Youngs *et al.*, (1997) para zonas de interface e intraplaca, sus principales características son: válido para sismos en un rango de magnitud de 5–8.5 (Mw), para un periodo espectral de 0–5 (s), distancia aplicable de 10 a 500 (Km).

3.4. Espectros de Peligro sísmico uniforme (EPU)

A continuación, se muestran los resultados de los espectros de peligro uniforme para los niveles de amenaza sísmica contemplados en la normativa ecuatoriana. Estos niveles de amenaza son menor, moderado, severo y extremo y sus períodos de retorno son 72, 225, 475 y 2500 años, respectivamente.

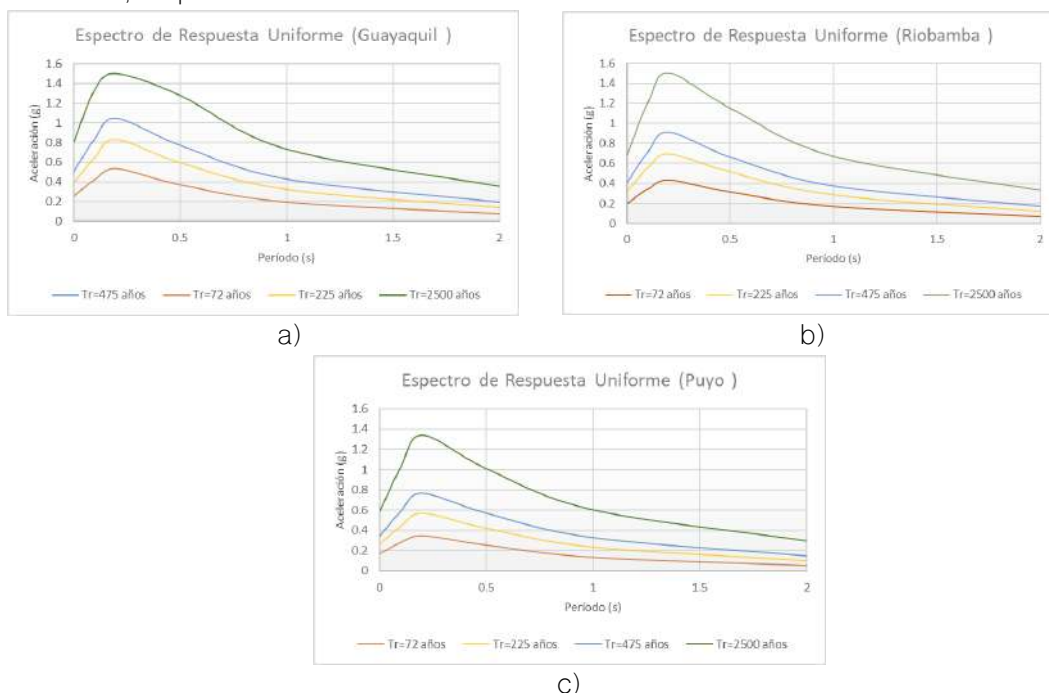


Figura 20. Espectros de respuesta uniforme de las ciudades de Guayaquil, Riobamba y Puyo. Estos espectros muestran las aceleraciones en función del período que puede tener cada nivel de amenaza, y suelen ser utilizados para la verificación de desempeño de estructuras

especiales. Para las ciudades analizadas se tiene que la máxima aceleración para el sismo de diseño ($T_r=475$ años) es 1.05g, 0.92g y 0.77g para Guayaquil, Riobamba y Puyo, respectivamente. Mientras que para el sismo extremo ($T_r=2500$ años), el cuál es usado en el diseño de estructuras especiales para impedir el colapso de la estructura, los valores obtenidos para las aceleraciones son: en Guayaquil 1.5g, en Riobamba 1.5g y en Puyo 1.34g.

3.5. Riesgo sísmico

En Guayaquil, (Tacuri, 2019) aplica el Índice de Priorización de Edificios para la Gestión del Riesgo Sísmico – FUNVISIS, el cual evalúa parámetros estructurales tales como tipología estructural, irregularidad, adosamiento, antigüedad y grado de deterioro, para determinar la vulnerabilidad de 50 edificaciones de mediana altura de la ciudad, así obtiene que 90% de ellas son de vulnerabilidad elevada, 8% vulnerabilidad media alta y 2% con vulnerabilidad media baja. Asimismo, [15] aplican un método de ponderación y puntaje de parámetros estructurales como el sistema resistente, posición del edificio, configuración en planta, regularidad vertical y daño existente, para la evaluación de la vulnerabilidad de 106 viviendas en el barrio Bastión Popular e indican que 11% tienen vulnerabilidad baja, 68% es de vulnerabilidad media y 21% presenta elevada vulnerabilidad. Considerando que el valor z en esta ciudad es 0.84g, se entiende que el riesgo es alto ya que se puede tener grandes aceleraciones en edificaciones que pueden afectar a la mayoría de las edificaciones ya que estas presentan una vulnerabilidad media a alta.

En Riobamba, [16] aplica el método italiano, el cual evalúa parámetros estructurales, tales como la organización y calidad del sistema resistente, posición, configuración en planta y elevación, elementos estructurales y estado de conservación. Así determina la vulnerabilidad 12 edificios de la ciudad, de los cuales 83% son calificados con vulnerabilidad media y 17 % con vulnerabilidad alta. Asimismo, [17] evalúan, aplicando el método italiano, 221 viviendas del barrio 24 de Mayo, de las cuales un 67.46% tienen vulnerabilidad media, 0.97% tienen vulnerabilidad alta y 10.68% presentan vulnerabilidad baja. Considerando que el valor de z en esta ciudad es de 0.7g se entiende que el riesgo es medio, ya que tanto la peligrosidad como la vulnerabilidad presentan valores intermedios.

En Pastaza, los datos referentes a vulnerabilidad son nulos, sin embargo, se puede observar en las referencias antes mencionadas que existe un patrón en la vulnerabilidad de las construcciones en el país. Este patrón muestra que el mayor porcentaje de edificios y viviendas presentan una vulnerabilidad media y elevada. El valor de z para esta provincia ha sido calculado como 0.58g, por lo que se puede inferir que al tener una peligrosidad intermedia y que la vulnerabilidad en el país es generalmente media también, el riesgo sísmico es medio.

Adicionalmente, se puede considerar la exposición de cada capital de provincia en función de la densidad poblacional según el censo poblacional del 2010, estos valores en Riobamba 230.81 hab/km², en Guayaquil 682.41 hab/km² y en Puyo 3.14 hab/km². En los resultados del mencionado censo también se expone el tipo de vivienda que existe en cada provincia, en Guayas el 74% de las viviendas son casas, mientras que el 12.3% comprende ranchos, mediaguas, covachas y chozas. En Chimborazo el 73.7% son casas, mientras que el 23.1% está repartido entre mediaguas, chozas, covachas y ranchos. En Pastaza el 64.1% de las viviendas son casas, y el 20.7% comprende ranchos, mediaguas, chozas y covachas.

En la investigación de [18] se mide el nivel socioeconómico de los hogares urbanos y rurales en todo el país, basándose en criterios de consumo como: el ingreso, la educación y la etnia, mediante una encuesta realizada por la INEC. Según los resultados obtenidos, en todas las provincias del Ecuador predomina el nivel socioeconómico medio alto con un 74.05%, 48.48% y 63.39% en Guayas, Chimborazo y Pastaza respectivamente. Sin embargo, el nivel medio alto

es excluido por su alta representatividad y se obtiene en Guayas un nivel de consumo medio bajo del 10.11%, en Chimborazo un nivel bajo del 28.66% y en Pastaza un nivel bajo del 11.9%.

Nótese que en Chimborazo la exposición es mayor, debido a que su densidad poblacional es media y que el 23.1% de viviendas son chozas o mediaguas que deben ser construidos sin cumplir con criterios técnicos, además se indica que un 28.66% de la población tiene un nivel de consumo bajo, resultando en una exposición alta para esta provincia. En Pastaza se observa una baja densidad poblacional, pero el 20.7% de las viviendas pueden ser el resultado de la construcción informal, además se muestra que el 11.9% de la población tiene un consumo bajo, lo cual indica un nivel de exposición bajo en la provincia. Finalmente, en Guayas, la densidad poblacional es alta, el 12.3% de viviendas puede ser baja calidad y el 10.11% de la población está en un consumo medio bajo, resultando en una exposición alta para esta provincia.

Tabla 2. Tabla de resumen de la vulnerabilidad en las capitales de las provincias de Guayas, Chimborazo y Pastaza.

Ciudad	Muestra	Tipo de Construcción	Porcentaje	Vulnerabilidad
Guayaquil	50	Edificios de mediana altura	90%	Alta
			8%	Media-Alta
			2%	Media-Baja
	106	Viviendas populares de baja altura	21%	Alta
			60%	Media
			11%	Baja
Riobamba	12	Edificios de mediana altura	17%	Alta
			83%	Media
			0%	Baja
	221	Viviendas populares de baja altura	0.97%	Alta
			67.46%	Media
			10.68%	Baja
Puyo	No hay estudios relacionados al tipo de edificación, la vulnerabilidad se presenta por los sistemas constructivos similares a los anteriores.			

Se resume el riesgo sísmico en la tabla 13, considerando su ecuación

Tabla 3. Resumen Riesgo Sísmico

	Peligrosidad	Vulnerabilidad	Exposición	Riesgo
Guayaquil	Alta	Media	Alta	Alto
Riobamba	Media	Media	Alta	Medio -Alto
Puyo	Media	Media	Baja	Medio - Bajo

4. Conclusión

Las fuentes sismogénicas con mayor incidencia en la peligrosidad sísmica son las fuentes de interfase, puesto que están ubicadas en la costa, donde se tiene los valores de aceleración más altos en el país. Confirmando así que la subducción de la placa de Nazca bajo la placa sudamericana tiene la mayor incidencia en la sismicidad del Ecuador. Los modelos de atenuación de Zhao y Young

se ajustan a las características sísmicas del país, ya que, siendo aplicados en el modelo de peligro sísmico, este arroja resultados verosímiles y coherentes con lo definido en la normativa.

El mapa de peligro sísmico obtenido de la modelación en R-Crisis presenta similaridad en la distribución de los valores de aceleración definidos en la NEC-15, esto a pesar de que los valores de las aceleraciones calculadas con un 10% de probabilidad de excedencia en un período de 50 años, es decir, un período de retorno de 475 años, son: 0.84g en Guayaquil, 0.70g en Riobamba y 0.58g en Puyo. Siendo estos mayores que los contemplados en la norma de: 0.5g, 0.4g y 0.3g respectivamente.

De igual manera se aprecia que en las curvas de peligro sísmico las aceleraciones calculadas son: en Guayaquil de 0.5g, en Riobamba de 0.41g y en Puyo de 0.36g, y al compararlos con la normativa: 0.41g, 0.32g y 0.28g respectivamente, se obtienen que las aceleraciones actuales son mayores. Mostrando así una evidencia de que la peligrosidad sísmica definida en la norma puede estar subestimada en relación con la sismicidad actualizada del país.

El riesgo en el país está principalmente definido por la peligrosidad sísmica, puesto que es en este parámetro en el que se observa mayor variación cuando se evalúa cada ciudad. Que la vulnerabilidad en el país sea mayoritariamente media con tendencia a alta, evidencia que la calidad de las construcciones puede no ser tan tecnificada y que las ciudades con mayor riesgo son aquellas en las que el valor de z es elevado, considerar el aspecto socioeconómico de la sociedad a través del análisis de exposición nos da una idea de que, aunque la vulnerabilidad sea media, el riesgo puede ser alto debido a los altos porcentajes de pobreza y de viviendas no tecnificadas.

Financiamiento: La investigación no fue financiada por ninguna entidad.

Conflictos de interés: Los autores declaran la no existencia de conflicto de interés alguno.

Referencias

1. de Carvalho Jr, I.J.; Muñoz, J.M.S. Análisis de La Amenaza Sísmica En Nicaragua: El Caso de La Ciudad de Managua. *Investig. Geográficas* **2016**, 121–138.
2. Cesen Urresta, I.E. Estudio Del Peligro Sísmico Determinista Para Las Estructuras de Ambato Sector San Vicente de Pishilata Entre Las Calles Benjamín Franklin, Ramón y Cajal, Tomas Edison y Albert Einstein 2022.
3. Freeman, P.K.; Martin, L.A.; Linnerooth-Bayer, J.; Warner, K.; Pflug, G. Gestión de Riesgo de Desastres Naturales. *Banco Interam. Desarro. Desarro. (BID). sfsi* **2009**.
4. Quinde Martínez, P.; Reinoso Angulo, E. Estudio de Peligro Sísmico de Ecuador y Propuesta de Espectros de Diseño Para La Ciudad de Cuenca. *Ing. sísmica* **2016**, 1–26.
5. Moncca Anculle, G. Cálculo Del Momento Sísmico Mediante La Función Temporal de La Fuente Sísmica y Su Aplicación a Sismos Profundos. **2010**.
6. Lagos Garcia, S.S. Efecto Del Riesgo Sísmico En El Diseño de Edificaciones Informales Del AH Los Pinos, Callao-2021. **2022**.
7. Bernardo Jaimes, I.B.; Ramírez Laurente, R.J. Aplicación y Análisis de Un Modelo Dinámico Con Interacción Suelo-Estructura (ISE) Para Cimentaciones Con Pilotes de La Sede Central Del Gobierno En La Ciudad de Pucallpa-Ucayali. **2022**.
8. Mayorga Ases, L.A. Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones de Estructuras Metálicas En La Parroquia La Matriz, Ambato, Ecuador: Propuesta de Reforzamiento Estructural de Una Edificación Representativa 2023.

9. Yepes, H.; Audin, L.; Alvarado, A.; Beauval, C.; Aguilar, J.; Font, Y.; Cotton, F. A New View for the Geodynamics of Ecuador: Implication in Seismogenic Source Definition and Seismic Hazard Assessment. *Tectonics* **2016**, *35*, 1249–1279.
10. Amini, H. Comparing Reasenberg and Gruenthal Declustering Methods for North of Iran. In Proceedings of the Second European conference on earthquake engineering and seismology; 2014.
11. Parra Cárdenas, H.A. Desarrollos Metodológicos y Aplicaciones Hacia El Cálculo de La Peligrosidad Sísmica En El Ecuador Continental y Estudio de Riesgo Sísmico En La Ciudad de Quito 2015.
12. Aguilar-Manzo, J.; García-Vinces, L.J.; Zevallos-Loor, M.G. Reevaluación de La Amenaza Sísmica Para El Cantón Portoviejo (Provincia de Manabí, Ecuador: Una Comparación de Métodos Determinístico y Probabilístico). *Polo del Conoc.* **2021**, *6*, 504–526.
13. Cañizares Ortega, F.F. Selección de Ecuaciones de Atenuación (GMPE's) Compatibles Con El Sistema de Fallas de Quito 2017.
14. Ortiz Panchi, O.C. Sismotectónica y Peligrosidad Sísmica En Ecuador. 2013.
15. Loja Suárez, W.X.; González López, J.A.; Rojas Cruz, P. Vulnerabilidad Sísmica de Viviendas Populares Asentadas En Cerros y En El Sur de La Ciudad de Guayaquil 2019.
16. Calderón Flores, D.R.; Cáceres Santacruz, A.S. " Vulnerabilidad Sísmica En Edificios de La Ciudad de Riobamba". 2018.
17. Mita Tixi, M.L.; Alvarado Uvidia, N.V. Determinación Del Índice de Vulnerabilidad Sísmica de Las Viviendas Existentes En El Barrio 24 de Mayo de La Ciudad de Riobamba 2014.
18. Murillo, F.J.; Martínez-Garrido, C. Segregación Escolar Por Nivel Socioeconómico En Ecuador y Sus Provincias. **2017**.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

La influencia de la Educomunicacion y comunicaci3n educativa sobre los temas medioambientales

Diego Ortiz Jaramillo  

Docente en la Universidad Hemisferios, Paseo de la Universidad No 300 y, Quito 170147

✉ Correspondencia: dsortizj@profesores.uhemisferios.edu.ec

☎ + 593 99 031 2204

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj63094>

Resumen: Este art3culo profundiza en el campo interdisciplinar de la educomunicaci3n, que sinergia la educaci3n y la comunicaci3n para mejorar la calidad de la ensefianza y promover la alfabetizaci3n medi3tica. La educomunicaci3n pretende capacitar a los individuos, fomentando el pensamiento cr3tico y el compromiso responsable con los medios y la informaci3n en la era digital. Este estudio explora los fundamentos te3ricos, las aplicaciones pr3cticas y las implicaciones de la educomunicaci3n en entornos educativos formales e informales. A trav3s de una amplia revisi3n bibliogr3fica, estudios de casos y encuestas, la investigaci3n demuestra el impacto positivo de las estrategias de educomunicaci3n en la mejora de la alfabetizaci3n medi3tica, las habilidades comunicativas y los resultados generales del aprendizaje. Los resultados sugieren que la educomunicaci3n puede desempefiar un papel fundamental a la hora de dotar a los individuos de las habilidades necesarias para navegar por el panorama informativo, discernir fuentes cre3bles y participar eficazmente en una sociedad rica en medios de comunicaci3n. El art3culo subraya la importancia de integrar la educomunicaci3n en las pr3cticas pedag3gicas y el disefio curricular, con el potencial de mejorar los contextos educativos formales e informales. En conclusi3n, esta investigaci3n contribuye al creciente acervo de conocimientos sobre educomunicaci3n y subraya su importancia a la hora de capacitar a las personas para prosperar en un mundo cada vez m3s centrado en los medios de comunicaci3n.

Palabras claves: Educomunicaci3n, alfabetizaci3n medi3tica, pedagog3a, era digital.

The influence of Educommunication and educational communication on environmental topics

Abstract: This article delves into the interdisciplinary field of educommunication, which synergizes education and communication to enhance teaching quality and promote media literacy. Educommunication aims to empower individuals, fostering critical thinking and responsible engagement with media and information in the digital age. This study explores the theoretical foundations, practical applications, and implications of educommunication in formal and informal educational settings. Through an extensive literature review, case studies, and surveys, the research demonstrates the positive impact of educommunication strategies in



Cita: Ortiz Jaramillo, D. (2023). La influencia de la Educomunicacion y comunicaci3n educativa sobre los temas medioambientales. Green World Journal, 6(3), 094.
<https://doi.org/10.53313/gwj63094>

Received: 04/Oct /2023

Accepted: 26/Dec /2023

Published: 31/Dec /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ram3n, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

improving media literacy, communication skills, and overall learning outcomes. The findings suggest that educommunication can play a pivotal role in equipping individuals with the necessary skills to navigate the information landscape, discern credible sources, and participate effectively in a media-rich society. The article emphasizes the importance of integrating educommunication into pedagogical practices and curriculum design, with the potential to enhance both formal and informal education contexts. In conclusion, this research contributes to the growing body of knowledge on educommunication and underscores its significance in empowering individuals to thrive in an increasingly media-centric world.

Keywords: Educommunication, Media Literacy, Pedagogy, Digital Age.

1. Introducción

Educomunicación es un término que combina la educación y la comunicación, y se refiere a la relación entre ambas disciplinas. La educomunicación busca integrar la comunicación en los procesos educativos para mejorar la calidad de la educación y fomentar la participación activa de los estudiantes en su propio aprendizaje. Así, esta se enfoca en el uso de los medios de comunicación y la tecnología para mejorar la educación y promover la alfabetización mediática. Además, la educomunicación también se enfoca en el desarrollo de habilidades comunicativas y en la formación de ciudadanos críticos y participativos en la sociedad [1,2].

En la Europa de principios del siglo XXI, se empleó de manera conjunta los términos "educación mediática" y "alfabetización mediática" con el propósito de abarcar y fortalecer la alfabetización digital. Esta estrategia se concibió con la finalidad de respaldar el avance de la sociedad de la información y atenuar la brecha digital, promoviendo la adquisición de competencias y conocimientos vinculados a las tecnologías digitales. El objetivo de esta medida consistía en garantizar que los individuos estuvieran adecuadamente preparados para navegar y participar de manera crítica en el nuevo entorno de comunicación, asegurando su plena integración y participación en la era digital (Pérez, 2008).

Así, la alfabetización mediática, comúnmente conocida como "Media Literacy" en inglés, denota un proceso educativo destinado a dotar a los individuos de competencia y discernimiento en relación con los medios de comunicación. Este proceso se fundamenta en la enseñanza de habilidades esenciales para el análisis y la interpretación efectiva de los mensajes mediáticos, fomentando así un pensamiento crítico. El propósito subyacente de esta perspectiva educativa es facultar a los individuos para que sean capaces de navegar por el entorno mediático de manera responsable y bien informada, lo que a su vez contribuye a su participación activa y significativa en la sociedad (Castro, 2016).

De acuerdo con Livingstone (2004), la promoción de la alfabetización mediática persigue un propósito fundamental que radica en la habilitación de los ciudadanos para participar activamente en la sociedad, al tiempo que fomenta la intervención regulatoria del Estado en dicha participación ciudadana. Este enfoque se encuentra intrínsecamente imbuido de valores democráticos y de la necesidad de cultivar una perspectiva crítica en la alfabetización mediática. El Estado, al asumir un papel regulador, se compromete a garantizar un entorno mediático que refleje los principios democráticos y la diversidad de opiniones, mientras que, simultáneamente, la alfabetización mediática capacita a los ciudadanos para participar en este espacio público de manera informada y reflexiva.

En la región latinoamericana, la noción de Media Literacy o Educomunicación fue introducida por Mario Kaplún en su influyente obra "Pedagogía de la Comunicación". Este concepto se forjó con el propósito de denotar las actividades educativas orientadas a cultivar una percepción crítica de la cultura y los medios de comunicación. La Educomunicación aboga por el fomento del aprendizaje colaborativo a través de procesos de comunicación dialógica que

facilitan la transmisión del conocimiento entre los interlocutores mediante el diálogo como vehículo (Castro, 2016).

No obstante, Cruz y Hernández (2022) mencionan que, en el contexto del mundo anglosajón, los aportes de los académicos latinoamericanos en el ámbito de la Educomunicación no han sido debidamente reconocidos. Esto ha propiciado la predominancia de un enfoque único y global para la investigación y estudio de la Educomunicación, impulsado principalmente por la industria de la ciencia y el conocimiento. Esta predominancia ha llevado a una limitada traducción y divulgación de las contribuciones provenientes de la región latinoamericana en este campo, lo que plantea importantes cuestiones respecto a la diversidad y la inclusión de perspectivas globales en el estudio de la Educomunicación.

Es una disciplina versátil que puede utilizarse en diferentes contextos y con diferentes propósitos. En el campo de la educación, su tarea principal es hacer de la comunicación una parte importante del proceso educativo, y su objetivo principal es mejorar la calidad de la educación. En este contexto, la aspiración estimula a los estudiantes a participar activamente en su proceso de aprendizaje, al tiempo que promueve la adquisición de habilidades relacionadas con la alfabetización mediática, proporcionando así a las personas las herramientas necesarias para funcionar eficazmente en la sociedad mediática actual [3].

Además, de acuerdo con Silva et al. [3], la comunicación educativa ha sido reconocida como una poderosa estrategia de comunicación para restaurar y preservar los conocimientos populares y ancestrales. Este enfoque es particularmente importante en relación con los niños y las comunidades que buscan preservar y transmitir el conocimiento tradicional y garantizar su continuidad y transmisión de generación en generación.

Los efectos mediadores de la educación se extienden también a la formación de la imaginación social, y el campo de la música infantil es un ejemplo. A través de los textos, la disciplina tiene la capacidad de moldear y reconstruir el imaginario colectivo, incorporar mensajes socioculturales específicos y crear discursos específicos que pueden influir en la percepción de la realidad social [4].

Por otro lado, se fortalece la comunicación educativa en la educación rural como herramienta básica de enseñanza. Su uso tiene como objetivo explorar nuevas estrategias educativas que impulsen a los estudiantes a tomar un papel activo y aprender habilidades comunicativas que contribuyan al desarrollo de estas comunidades y mejoren la educación en las zonas rurales [5].

La literatura académica ha estudiado y analizado el impacto de la comunicación educativa en diversos campos. En el ámbito de la educación, un gran número de estudios han confirmado la capacidad de la comunicación educativa para mejorar la calidad del aprendizaje. Se ha demostrado que integrar la comunicación en el proceso educativo promueve una mayor participación de los estudiantes, promoviendo así un aprendizaje significativo y la retención de conocimientos [1].

Además de su impacto en la educación, la cultura, la sociedad y la salud, la comunicación educativa también ha demostrado ser una herramienta invaluable para la promoción ambiental. Las investigaciones muestran que la comunicación educativa puede desempeñar un papel clave en la sensibilización medioambiental y la promoción de prácticas sostenibles [6]. A través de campañas y proyectos de difusión educativa, la ciudadanía ha sensibilizado sobre la importancia de proteger el entorno natural y adoptar comportamientos respetuosos con el medio ambiente. Este impacto se manifiesta no sólo en una mayor atención a la preservación de los ecosistemas, sino también en acciones concretas para proteger la biodiversidad y mitigar los efectos del cambio climático. En este sentido, la comunicación educativa es una poderosa herramienta para abordar los problemas ambientales actuales y promover una mayor responsabilidad con nuestro

planeta [6]. Es por ello por lo que el objetivo del presente estudio ha sido analizar la influencia de la educomunicación y la educación comunicativa sobre problemáticas ambientales tanto en escenarios formales como informales, todo ello a partir de una revisión bibliográfica en las principales bases de datos científicas para poder evidenciar el estado actual de esta relación y sus perspectivas a futuro.

2. La educomunicación

El concepto de "educomunicación" emerge de la fusión léxica de los vocablos "educación" y "comunicación". De acuerdo con Carias-Pérez et al. [7], la denominación fue inicialmente forjada en la nación brasileña durante la década de 1970 por el eminente pedagogo brasileño Paulo Freire y el destacado comunicólogo argentino Mario Kaplún. La educomunicación engloba el empleo de medios de comunicación y tecnologías de la información con la finalidad de la educación y formación. Desde su génesis, el término ha permeado diversos contextos y ha experimentado una evolución que ha propiciado la incorporación de múltiples enfoques y perspectivas.

Los principales exponentes de la educomunicación representan figuras de destacada relevancia que han contribuido de manera significativa al desarrollo y consolidación de esta disciplina. Entre los preeminentes autores que han dejado su huella en el campo de la educomunicación, cabe mencionar a Paulo Freire, quien es reconocido como uno de los padres fundadores de esta área. Su obra magistral, "Pedagogía del oprimido", ha desempeñado un papel fundamental en la comprensión de cómo los medios de comunicación pueden ser utilizados con fines educativos y de formación, consolidándose como un pilar en la fundamentación teórica de la educomunicación [8].

Asimismo, Mario Kaplún emerge como otro de los autores esenciales en el desarrollo de la educomunicación. Su influyente obra, "Una pedagogía de la comunicación", ha ejercido un profundo impacto en el ámbito de la educomunicación, abordando cuestiones cruciales sobre la interacción entre educación y medios de comunicación [9].

En el contexto latinoamericano de acuerdo con Vargas [10], Jesús Martín-Barbero se erige como una figura de renombre que ha aportado significativamente al avance de la educomunicación. Su obra emblemática, "De los medios a las mediaciones", ha ejercido una influencia perdurable en la comprensión de la comunicación en el ámbito educativo y en las dinámicas socioculturales.

Guillermo Orozco Gómez, un autor mexicano, ha realizado importantes contribuciones al campo de la educomunicación a través de su obra clave, "La educación desde la comunicación". Sus reflexiones han enriquecido la discusión sobre cómo los procesos comunicativos pueden fortalecer la educación [11]. Finalmente, Ismar de Oliveira Soares, destacado autor brasileño, ha realizado valiosos aportes al campo de la educomunicación con su obra seminal, "Educomunicación: un campo en construcción". Sus reflexiones han contribuido al entendimiento de la educomunicación como un terreno en constante evolución y desarrollo [12].

2.1 Origen teórico de la educomunicación

La educomunicación, un campo interdisciplinario en constante evolución se ha beneficiado de la influencia de diversas teorías a lo largo de su desarrollo. Entre las teorías que han dejado su huella en esta disciplina se encuentran la Teoría de la Comunicación, que se enfoca en el análisis de los procesos comunicativos y la transmisión de mensajes. La educomunicación se apoya en esta teoría para comprender cómo los medios de comunicación pueden ser utilizados

con fines educativos, profundizando en la dinámica de la transmisión de información y conocimientos [13].

Otra teoría de relevancia es la Teoría de la Educación, que se centra en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La educomunicación encuentra en esta teoría un recurso fundamental para discernir cómo los medios de comunicación pueden enriquecer los procesos educativos, promoviendo una comprensión más profunda y efectiva de acuerdo con Garagarza et al. [14]. Además, la Teoría de la Cultura también desempeña un papel crucial, ya que se concentra en la transmisión de valores y creencias en la sociedad. La educomunicación utiliza esta teoría para examinar cómo los medios pueden ser utilizados como instrumentos de promoción cultural y valores dentro de una comunidad [15].

Por último, la Teoría de la Tecnología, que se enfoca en el estudio de la tecnología y su influencia en la sociedad, es esencial para la educomunicación en la era contemporánea. Esta teoría proporciona un marco conceptual para comprender cómo las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) pueden ser aprovechadas para mejorar los procesos educativos [13].

Estas teorías han moldeado la educomunicación, proporcionando un sólido fundamento conceptual que ha permitido una comprensión más profunda de cómo los medios de comunicación y las TIC pueden ser utilizados de manera efectiva en el ámbito educativo. Esta intersección entre teorías de la comunicación, educación, cultura y tecnología ha contribuido significativamente al desarrollo y enriquecimiento de la práctica educomunicativa, promoviendo su crecimiento y adaptación en consonancia con las demandas cambiantes de la sociedad contemporánea.

2.2 La educomunicación en contextos educativos

De acuerdo con González [16], la educomunicación en contextos educativos formales se centra en la integración de los medios de comunicación y la educación en el currículo escolar. Esta integración puede ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades de alfabetización mediática, como la capacidad de analizar críticamente los mensajes mediáticos y comprender cómo se construyen y transmiten los mensajes a través de los medios. Además, la educomunicación puede fomentar la participación activa de los estudiantes en la creación de mensajes mediáticos, lo que les permite expresar sus ideas y perspectivas de manera creativa y efectiva. Al combinar la educación y los medios de comunicación de manera significativa, la educomunicación en contextos educativos formales puede preparar a los estudiantes para ser ciudadanos informados y comprometidos en una sociedad cada vez más mediática.

Por otro lado, en otra vertiente también existe la educación informal, la cual se refiere a la adquisición de conocimientos y habilidades que tiene lugar fuera del ámbito convencional de la educación formal, abarcando experiencias cotidianas, interacciones sociales y medios de comunicación. En el contexto medioambiental, los medios de comunicación desempeñan una función destacada al difundir información relativa a cuestiones ambientales y al promover actitudes responsables hacia el entorno. Este papel puede manifestarse a través de programas televisivos o radiales que abordan problemáticas ecológicas, publicaciones en periódicos o revistas que informan sobre prácticas sostenibles, contenido en línea que educa sobre conservación, y diversas otras modalidades creativas para transmitir mensajes de índole medioambiental. Los medios de comunicación, asimismo, ejercen influencia en la opinión pública y contribuyen a la concienciación colectiva en torno a la preservación del medio ambiente [17].

2.3 La influencia de la educomunicación sobre temas medioambientales

La comunicación educativa y el medio ambiente están interrelacionados porque la comunicación educativa juega un papel importante como herramienta para crear conciencia y educar a las personas sobre la importancia de la protección y conservación del medio ambiente [18]. En este contexto, se han identificado diversas formas en las que la comunicación educativa se relaciona con el medio ambiente.

En primer lugar, la comunicación educativa es capaz de alterar los marcos políticos, sociales y culturales, influyendo en el desarrollo de estrategias comunicativas, educativas y ambientales y proporcionando soluciones alternativas a las crisis ambientales [19]. Además, la comunicación educativa puede utilizarse para desarrollar propuestas educativas encaminadas a promover nuevos paradigmas de pensamiento y fomentar la adopción de un lenguaje que responda a los desafíos del entorno actual [20].

2.4 Empoderamiento comunitario

Según Pedroso y Menéndez [21], la educomunicación también elimina barreras en el acceso a la información y promueve la educación popular, lo que facilitaría la participación activa de adolescentes en la gestión ambiental. Esto ya que, a partir del uso de material propio de la educomunicación, tal como el audiovisual participativo, se puede empoderar a los jóvenes al involucrarlos en la gestión ambiental territorial. Un estudio similar [22], destaca también el papel de la educomunicación en el fortalecimiento de discursos y prácticas ambientales entre los participantes de la investigación. Mediante el uso de herramientas audiovisuales participativas, adolescentes y jóvenes, fueron empoderados para crear sus propios contenidos relacionados con el medio ambiente. El estudio descubrió que, mediante el trabajo colaborativo y el diálogo, estas personas fueron capaces de repensar sus territorios y desarrollar una comprensión más profunda de las cuestiones medioambientales. En general, la educomunicación sirvió como un enfoque pedagógico crítico que no sólo mejoró las habilidades de comunicación de los participantes, sino que también fomentó un sentido de propiedad sobre las preocupaciones ambientales dentro de sus comunidades.

2.5 Educomunicación y opinión pública

Los medios de comunicación, incluidos los medios tradicionales y las redes sociales, pueden desempeñar un papel importante en la formación de la opinión pública sobre temas ambientales. Los medios pueden influir en la percepción pública de los problemas ambientales y en la forma en que se abordan. Por ejemplo, los medios pueden destacar la importancia de la conservación de la biodiversidad o la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero [23]. La opinión pública puede influir en la política ambiental y en la toma de decisiones. Si la opinión pública está a favor de la acción sobre un tema ambiental, es más probable que los responsables políticos tomen medidas para abordarlo. Por lo tanto, la educomunicación puede ser una herramienta importante para fomentar la acción política sobre temas ambientales [24].

2.6 Educomunicación y conciencia ambiental

En cuanto a las evidencias de esta relación, estudios como el de Citelli y Falcão [25] exploran el papel de la educomunicación en el tratamiento de las cuestiones socioambientales, en particular dentro de las prácticas educativas formales, así los hallazgos de dicho estudio indican

que fomentar procedimientos educomunicativos dentro de proyectos relacionados con la discusión de temas de calidad de vida puede aumentar la perspectiva ecosistémica entre los jóvenes estudiantes. Esta perspectiva más amplia tiene el potencial de beneficiar tanto a los propios estudiantes como a la sociedad en general al fomentar una comprensión más profunda de los retos socioambientales a los que se enfrentan las comunidades urbanas.

Badillo [26] al analizar esta relación, por medio de un análisis histórico de la relación entre comunicación, educación y medio ambiente, explora diferentes perspectivas sobre el desarrollo y cómo han influido en estos, y concluye que diferentes concepciones del desarrollo han dirigido las perspectivas dentro de estos campos. Cada escenario ha tomado dos direcciones – una apoyada en un discurso oficial basado en la ilusión (ignorando o restando importancia a las preocupaciones medioambientales) mientras que otra emerge como una posición alternativa que reconoce y confronta la realidad de nuestra dimensión medioambiental. Es por ello que en similar media estudios como el de Sántamaria [27] evidencian la posibilidad de la creación de un pensamiento crítico sobre cuestiones ambientales desde el uso de la educomunicación, revelando a su vez que esta puede desempeñar un papel crucial a la hora de educar a los ciudadanos y promover la conciencia sobre la importancia del desarrollo sostenible, contribuyendo así a la creación de una sociedad más comprometida con la protección del medio ambiente.

Asimismo, la educomunicación también ha demostrado ser una herramienta eficaz para la concientización sobre problemas locales para ciertas comunidades. El estudio de Jácome [28] demuestra también en cierto el carácter adaptivo de las metodologías educomunicativas para la concientización ambiental en problemas locales donde existen problemas en torno al deterioro ambiental. Y es por ello por lo que esta se considera una herramienta eficaz para promover el conocimiento de las diferentes comunidades, fortalecer la relación entre las personas y su entorno natural y aumentar la conciencia ambiental.

Voznesensky et al., [29] hacen énfasis en demostrar el carácter “transfronterizo” de una educación ambiental aplicada en contextos educativos. Esto debería promover la concientización de que los problemas ambientales son globales y solo pueden resolverse mediante esfuerzos universales. Y es aquí, en el proceso educativo, en el cual se puede educar a los alumnos en el aula o mediante al autoestudio para que se puedan familiarizar con los problemas medioambientales en diversos países y con ello una perspectiva cultural más amplia. Por tanto, esta educación, abre espacio para la creación de una amplia red de comunicación ambiental en las instituciones de educación superior, a través de la cual los estudiantes no solo reciben una educación que satisfaga las necesidades modernas, sino que permitirá a los futuros profesionales abordar problemas medioambientales complejos, que son un requisito previo importante para la integración de los jóvenes en una comunicación pública más amplia.

2.7 Alfabetización mediática y su impacto en la conciencia ambiental

El estudio "Developing Media Literacy Practice among Secondary School Students in Malaysia: Case Studies of Video Making on Environmental Issues" (Prasad & Balraj, 2013) destaca la importancia de la alfabetización mediática para desarrollar la comprensión crítica, la capacidad creativa y la participación activa de los estudiantes de secundaria en Malasia. El estudio se centra en los tres componentes básicos de la práctica de la alfabetización mediática, a saber, el proceso, el texto y la indagación, y examina las prácticas de alfabetización mediática de los estudiantes de secundaria en Malasia utilizando el caso de la realización de vídeos sobre cuestiones medioambientales. A pesar de las dificultades para comprender el medio ambiente y la investigación crítica de los medios de comunicación, el estudio concluye que los alumnos aprenden con rapidez y son capaces de participar de forma productiva en la realización de vídeos

sobre el medio ambiente. Sin embargo, los resultados del estudio son motivo de preocupación, optimismo y necesidad de inculcar la participación activa en los medios de comunicación de las voces de los estudiantes sobre los problemas medioambientales a los que se enfrenta el país.

El estudio "Assessing environmental literacy of university students: A case study of Shahid Beheshti University in Iran" (Veisi et al., 2019) se enfocó en evaluar el nivel de alfabetización medioambiental de los estudiantes universitarios, destacando su actitud positiva y alta preocupación por las cuestiones ambientales, aunque se identificó un nivel de conocimientos entre bajo y moderado. Las variables sociodemográficas, como el género, la edad y la experiencia previa, demostraron influir significativamente en la alfabetización medioambiental, y se observó que los medios de comunicación de masas desempeñaron un papel central como fuente de información ambiental. Como resultado, se plantea la necesidad de desarrollar enfoques efectivos de enseñanza y aprendizaje de la educación ambiental en el entorno universitario para promover una mayor participación activa de los estudiantes en la discusión de los problemas medioambientales en Irán.

Otro estudio, "Environmental literacy components and their promotion by institutions of higher education: an Israeli case study", realizado por Arnon et al. (2015) ofrece una visión significativa sobre la relevancia de la alfabetización medioambiental en el contexto de las instituciones de enseñanza superior (IES). Mediante la evaluación de una muestra representativa de estudiantes pertenecientes a diversos departamentos de una universidad en Israel, se reveló un nivel moderado de alfabetización ecológica. Observaron que, aunque el programa ecológico de la universidad atrajo a estudiantes con ciertos conocimientos previos sobre asuntos medioambientales, su contribución al desarrollo de la alfabetización ecológica a lo largo de los años de estudio fue limitada. Además, los autores identificaron que la variación en el comportamiento proambiental se relacionaba en mayor medida con los valores y actitudes medioambientales de los estudiantes que con sus conocimientos sobre el medio ambiente. En este sentido, el estudio subraya la necesidad de combinar conocimientos, valores y actitudes para fomentar la alfabetización ecológica entre los estudiantes de las IES. También se enfatiza la importancia de que el compromiso con la educación ambiental se traduzca en contenidos y métodos efectivos de enseñanza y aprendizaje en el ámbito de la educación ambiental, los cuales deben ser adaptados a las distintas poblaciones estudiantiles presentes en las diversas facultades y departamentos de las IES.

2.8 El Desafío de la Comunicación Educativa en la Promoción de la Conciencia Ambiental

En el contexto actual, la comunicación educativa enfrenta un gran desafío: la necesidad de integrar sus fundamentos conceptuales y prácticos con las cuestiones ambientales. En este sentido, es imperativo explorar cómo la comunicación educativa puede desempeñar un papel vital en la promoción de la conciencia y la protección del medio ambiente. La educación, la comunicación y las relaciones ambientales se presentan como un campo en constante desarrollo, donde surge la pregunta de cómo utilizar eficazmente los medios y las tecnologías de la información para promover la conciencia, educar y movilizar a la sociedad para la protección y preservación del entorno natural circundante [30].

Asimismo, la desinformación y la negación de problemas ambientales, como el cambio climático, pueden obstaculizar los esfuerzos de concienciación ambiental y la influencia de la educomunicación en la opinión pública y los imaginarios sociales. La difusión de información errónea o engañosa puede generar confusión y escepticismo entre el público, lo que dificulta la adopción de medidas para abordar los problemas ambientales [31]. En este contexto, la

educación desempeña un papel crucial al promover la alfabetización mediática y científica, ayudando a las personas a comprender y evaluar de manera crítica la información que reciben. Al fomentar la participación ciudadana y la toma de decisiones informadas, la educación puede contrarrestar la desinformación y la negación, y promover una mayor conciencia y acción en torno a los problemas ambientales.

3. Conclusión

La Educación, como disciplina de enfoque interdisciplinario, se orienta hacia la integración de los procesos comunicativos en el ámbito educativo con el propósito de enriquecer la calidad de la enseñanza, así como de fomentar una mayor involucración activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje. En esta misma línea, su alcance se extiende hacia la promoción del desarrollo de competencias comunicativas, la formación de individuos críticos y participativos en la sociedad, y la generación de propuestas pedagógicas destinadas a propiciar nuevos modelos de pensamiento y la adopción de lenguajes adecuados a los retos contemporáneos.

La Educación también se configura como un instrumento capaz de derribar barreras en el acceso a la información, contribuyendo a la divulgación de la educación popular, lo que, a su vez, facilita la activa participación de los jóvenes en la gestión medioambiental. No obstante, su utilidad se manifiesta con mayor amplitud al empoderar a la juventud al involucrarlos en la administración territorial de cuestiones medioambientales. En este contexto, la Educación emerge como un enfoque pedagógico de índole crítica que no solo mejora las habilidades comunicativas de los participantes, sino que también instaura un sentimiento de apropiación de las problemáticas ambientales dentro de sus respectivas comunidades.

Adicionalmente, la Educación se presenta como una herramienta de inestimable valor en el ámbito de la promoción ambiental. La literatura científica atestigua su capacidad para incidir en la sensibilización medioambiental y para incentivar prácticas sostenibles. A través de campañas y proyectos de divulgación educativa, se ha logrado sensibilizar a la ciudadanía respecto a la importancia de la preservación del entorno natural y la adopción de comportamientos respetuosos con el medio ambiente.

En resumen, la Educación es una disciplina de marcada versatilidad que encuentra aplicabilidad en diversos contextos y con variados objetivos. En el ámbito educativo, su misión central radica en conferir un rol preponderante a la comunicación dentro del proceso pedagógico, con el fin primordial de elevar la calidad de la enseñanza. No obstante, su utilidad no se circunscribe exclusivamente a este dominio, ya que también puede ser empleada para preservar y revitalizar los saberes populares y ancestrales. En el ámbito medioambiental, la Educación desempeña una función determinante en la concienciación ecológica y en la promoción de prácticas sostenibles.

Contribución de autores: Los autores participaron en la elaboración de todos los apartados.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Educación, Comunicación y Salud.; Comelles, J.M., Perdiguero-Gil, E., Eds.; Publicacions Universitat Rovira i Virgili, 2017.

2. Flores, J. Resignificar La Educación: Comunicación, Cultura y Pedagogía(s) (Jorge D. Vásquez). *Castalia – Rev. Psicol. Acad.* **2019**, 79–80, doi:10.25074/07198051.31.1063.
3. Silva, R.J.; Silva, D.J.; Basurto, J.M.; Silva Jurado, M.D. Para El Uso de Recursos de Enseñanza–Aprendizaje (REA) En Procesos Educomunicativos: Revisión de: Tesis de Maestría En Comunicación Con Mención En Medios Públicos y Comunitarios. *YUYAY Estrateg. Metodol. Didácticas Educ.* **2022**, 1, 24–36, doi:10.59343/yuyay.v1i1.1.
4. Poncela, A. Educación, Comunicación y Canción Infantil.; February 25 2016.
5. Soler, J.E.; López, O.H. Educomunicación y Radio Escolar En Los Campos Boyacenses. Una Perspectiva Desde La Hermenéutica de Gadamer. *Rev. Hist. Educ. Latinoam.* **2021**, 23, doi:10.19053/01227238.11663.
6. Pineda, L.E.; Rodríguez Miranda, R.; Jiménez Barrios Nuevo, M.D.C. Estrategia Pedagógica Apoyada En La Comunicación Digital Para Afianzar Habilidades Tecnológicas y Colaborativas, Con Miras En La Promoción y Divulgación Del Cuidado Del Medio Ambiente Escolar. *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.* **2022**, 6, 8978–9000, doi:10.37811/cl_rcm.v6i6.4050.
7. Carias–Pérez, F.; Marín–Gutiérrez, I.; Hernando–Gómez, Á. Educomunicación e Interculturalidad a Partir de La Gestión Educativa Con La Radio. *Universitas* **2021**, 39–60, doi:10.17163/uni.n35.2021.02.
8. Aparici, R. *Educomunicación: más allá del 2.0*; Editorial GEDISA, 2011; ISBN 978–84–9784–608–0.
9. Aguirre, J.M. De la práctica comunicativa a la educomunicación para la ciudadanía: El periplo venezolano de Mario Kaplún. *Comun. Estud. Venez. Comun.* **2005**, 18–26.
10. Vargas, M.N. Educomunicación una experiencia de vida. Thesis, Corporación Universitaria Minuto de Dios, 2016.
11. Marino, R.A.; Gómez, G.O. Educomunicación. Guillermo Orozco. **2011**.
12. Rodrigues, A.N. Ismar de Oliveira Soares e a educomunicação no Brasil: uma trajetória bidirecional. **2023**.
13. Guerra, S.M.; Rivera, M.A.; Guerra, Y.G.M. ANTECEDENTES DE LA EDUCACIÓN AUDIOVISUAL PEDAGÓGICA CON UN ENFOQUE IDENTITARIO EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL EDUCADOR CUBANO. *Didasclia Didáctica Educ.* **2020**.
14. Garagarza, A.; Alonso, I.; Aguirregoitia, M. El Auge Del Movimiento de Educación Alternativa. Antecedentes, Características y Reflexiones Sobre Su Futuro. In Proceedings of the Revista Boletín Redipe; January 1 2020; Vol. 9, pp. 40–54.
15. Ydessen, C.; Andreasen, K.E. Los Antecedentes Históricos de La Cultura Evaluativa Global En El Ámbito de La Educación. *Foro Educ.* **2019**, 17, 1–24, doi:10.14516/fde.710.
16. González, A. PROGRAMA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO EN LA EDUCACIÓN FORMAL Y NO FORMAL. *Rev. Univ. Soc.* **2016**, 8, 99–107.
17. Szabó, J.; Lakatos, G.; Rubovszky, K. La educación informal y los medios de -comunicación 2001.
18. Waller, S.; Waller, L.; Mpofo, V.; Kurebwa, M. *Education at the Intersection of Globalization and Technology*, BoD – Books on Demand, 2021; ISBN 978–1–83962–469–8.
19. Badillo, M.E. Educomunicación y Medio Ambiente: En La Búsqueda y Construcción de Fisuras. In Proceedings of the Revista de Investigación Agraria y Ambiental; May 7 2014; Vol. 5, p. 255.
20. Jácome, E.H.; Quintero, M. Medio Ambiente y Educomunicación: Una Propuesta Escolar Para La Protección de La Cuenca Del Río Pamplonita, Norte de Santander.; Universidad Santo Tomás, 2016.
21. Pedroso, W.; Menéndez, Y. Vinculación de Adolescentes Con La Gestión Ambiental En Comunidades Costeras de Cuba, a Través de La Educomunicación y El Audiovisual Participativo. In Proceedings of the Revista de Comunicación; March 25 2017; Vol. 16, pp. 147–165.
22. Ramírez, A.T.; López, B.A. Audiovisual participativo: convergencia entre comunicación y medio ambiente. *Contratexto* **2020**, 171–187.




23. Blanco, I. Posverdad, Percepción de La Realidad y Opinión Pública. Una Aproximación Desde La Fenomenología. *Rev. Estud. Políticos* **2020**, 167–186, doi:10.18042/cepc/rep.187.06.
24. Almeida, D. de S. de Prensa, Opinión Pública y Política Criminal En España: Un Análisis Sobre La Posible Influencia Del Populismo Penal Mediático En La Aprobación de La Prisión Permanente Revisable.; February 11 2019.
25. Citelli, A.; Falcão, S.P. Socio-Environmental Educommunication: City and School. *Intercom Rev. Bras. Ciênc. Comun.* **2020**, *43*, 21–36, doi:10.1590/1809-5844202021.
26. Badillo, M.E. Comunicación, educación y medio ambiente: escenarios históricos de relación. *Criterio Libre Juríd.* **2012**, *9*, 73–96, doi:10.18041/1794-7200/criteriojuridico.1.
27. Santamaría, N.; Vicente-Mariño, M. Educomunicación sobre cambio climático: experiencia en una escuela rural. *EduTec Rev. Electrónica Tecnol. Educ.* **2021**, 284–298, doi:10.21556/edutec.2021.78.2007.
28. Jácome, E.H.; Jácome, N.J.; Jácome, E.L. Estrategia de Intervención En Comunidades Para La Conservación Del Medio Ambiente: Una Aproximación Metodológica Para La Investigación Social. *Rev. Bol. Redipe* **2021**, *10*, 423–438, doi:10.36260/rbr.v10i7.1379.
29. Voznesensky, I.S.; Mironova, T.A.; Ternovaya, L.O. Ecological Communications of Modern Students (Experience of the Moscow Automotive-Road State Technical University). *E3S Web Conf.* **2021**, *311*, 02005, doi:10.1051/e3sconf/202131102005.
30. Neuman, D. Qualitative Research in Educational Communications and Technology: A Brief Introduction to Principles and Procedures. *J. Comput. High. Educ.* **2014**, *26*, 69–86, doi:10.1007/s12528-014-9078-x.
31. Abellán, M.A. El Cambio Climático: Negacionismo, Escepticismo y Desinformación. *Tabula Rasa* **2021**, 283–301, doi:10.25058/20112742.n37.13.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Microaprendizaje en la Educación Quirúrgica

Adriana Cango-Apolo   Erika-Lucia Gonzalez-Carrion  Fabian-Alberto Flores 

Universidad Nacional de Loja, Ciudad Universitaria Guillermo Falconí, 10102 Loja – Ecuador.

 Correspondencia: adriana.l.cango@unl.edu.ec  + 593 994 989 282

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwjxxxx>

Resumen:

El microaprendizaje actualmente se considera un tema promisorio para la educación médica, de manera particular para la educación quirúrgica. El objetivo del presente artículo es realizar una revisión las tendencias de microaprendizaje, sus características y las herramientas digitales que pueden ser usadas para lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes de pregrado. De forma concreta, se realizó una revisión de publicaciones relevantes en los últimos 5 años obtenidos de Scopus, Google Scholar, Eric, Scielo, entre otros. Luego del análisis de los artículos se logra concluir que el aprendizaje en línea permite mediar la carga cognitiva de los estudiantes que guarda una estrecha relación con el aprendizaje significativo porque el microaprendizaje facilita a los estudiantes la comprensión de la materia. Por último, la finalidad de este trabajo es entregar algo de luz sobre investigaciones relacionadas.

Palabras claves: micro-contenido, herramientas digitales, aprendizaje a distancia, aprendizaje basado en el trabajo.

Microlearning in the Surgery Education

Abstract:

Nowadays micro-learning is considered as a promissory topic for the medical education, and in a particular way for the surgical education. The main objective of the article is to perform a review of the trends of micro-learning, their characteristics and digital tools that could be used to achieve significant learning in the undergraduate students. In a concrete way, it has been made a review of the relevant publications of the last five years obtained from Scopus, Google Scholar, Eric, Scielo, and so on. After analyzing the article, it is possible to conclude that online learning can mediate with the cognitive load of the students that saves a stretch relation with the significant learning, since the micro-learning allows students to better understand the subject. Lastly, the purpose of this project is to give a little bit of light in related investigation.

Keywords: micro-content, digital tools, distance learning, work-based learning.



Cita: Cango-Apolo, A., Gonzalez-Carrion, E.-L., & Flores, F.-A. (2023). Microaprendizaje en la Educación Quirúrgica. Green World Journal, 6(3), 95. <https://doi.org/10.53313/gwj63095>

Received: 02/Oct /2023

Accepted: 26/Dec /2023

Published: 31/Dec /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introducción

El impacto de las tecnologías de información y comunicación (TIC) en la Educación Superior viene con un importante crecimiento, es así que, los estudiantes de medicina de la generación Z, tienen preferencias específicas para el aprendizaje, donde puedan optimizar tiempo y recursos; así, el método más recomendado para ellos es el *microlearning* o *microaprendizaje* definido por diversos autores como el medio a través del cual los estudiantes logran por medio de un *micro – contenido*, *micro – media* y *micro – conocimiento*, un aprendizaje a largo plazo.

La *microformación* ofrece breves ráfagas de contenido para que los alumnos estudien cuando les convenga. El contenido puede adoptar muchas formas, desde texto hasta *multimedia interactivo completo*, pero siempre debe ser breve [1,2]. En este punto, es importante mencionar que no todas las aplicaciones de *microaprendizaje* admiten todos estos tipos de contenido. Consulte con su proveedor de *microaprendizaje* para asegurarse de que sus formatos favoritos sean compatibles [1].

Normalmente, el aprendizaje en línea suele ser amplio y puede llevar al estudiante a que sienta *confusión* y *cansancio*, de ello nace la teoría de *carga cognitiva*, fundamentada según *Susilana* [1], como: “la capacidad limitada de la memoria de trabajo y la amplia memoria a largo plazo” (p. 439). Con base a esta teoría, el *microaprendizaje* logra por el tamaño de sus contenidos un aprendizaje más rápido [2].

Asumiendo que las personas dedicadas a la educación están prestos a usar nuevas tendencias en *didáctica* y *tecnología* para la enseñanza, el mundo actual establecido en la *tecnología* les ha permitido trasladar el aula a los alumnos, cambiando su forma de comunicarse y estudiar [3], favoreciendo el aprendizaje autónomo y la inmediatez de la información.

Por consiguiente, luego de los antecedentes anteriormente descritos, se plantea una investigación basada en una *revisión bibliográfica* de los últimos cinco años enfocada en el *microaprendizaje quirúrgico*, descripción de sus características y herramientas tecnológicas usadas en este tipo de aprendizaje. El objetivo del presente trabajo investigativo es dar a conocer la presencia del *microaprendizaje* en educación quirúrgica, desarrollando cada uno de los puntos señalados anteriormente.

2. Materiales y métodos

La metodología que se aplica en el presente trabajo es de tipo *cuantitativa*, por medio de una *revisión de artículos* y *bibliografía* de los últimos cinco años, especializada sobre el *microaprendizaje* en la educación quirúrgica, de bases de datos como: *Scopus*, *Scielo*, *Eric*, *Google Scholar*, entre otros.

Con este artículo, se intenta ampliar los conocimientos sobre el *microaprendizaje* y su importancia en la educación quirúrgica, dando énfasis en las herramientas disponibles en la actualidad para el desarrollo de un conocimiento a largo plazo, que mejore el rendimiento de los estudiantes en formación médica.

3. Resultados y Discusión

3.1 Aprendizaje en la virtualidad

La formación preprofesional de los médicos está unida a la relación universidad – sociedad [4], que al mismo tiempo se encuentra influenciada por los avances tecnológicos. En la actualidad, el modelo de enseñanza clásico cambió y ahora se basa en perfiles de competencias.

En el ámbito médico, las competencias se definen como el uso habitual y juicioso de la comunicación, conocimientos, habilidades técnicas y razonamiento clínico [5]. De igual manera, el desarrollo de competencias en el ámbito quirúrgico implica una combinación de conocimientos, habilidades técnicas, la toma de decisiones, habilidades de comunicación y habilidades de liderazgo.

Ruiz-Parra et al. [6], refieren cuatro características del aprendizaje virtual: inmaterialidad, interactividad, autonomía y digitalización; estas características convierten a la educación virtual en la actual tendencia para la formación de profesionales en el área de la salud, principalmente por la reducción de costos, flexibilidad de horarios y capacidad para instruir a personas en diferentes lugares.

En los procesos de enseñanza – aprendizaje es de vital importancia la interacción entre personas, por lo tanto, en la educación virtual esto no debería modificarse, es así como Mota [7], plantean la necesidad de herramientas de comunicación sincrónica (chat, videoconferencias, foros) y asincrónica (correo electrónico, plataformas digitales, etc.) para obtener conocimientos buenos y permanentes.

La educación virtual viene de la mano con la autorregulación del aprendizaje, definido por Suyo-Vega [8], como el proceso en el que el estudiante llega a controlar y articular su conocimiento, empleando las herramientas tecnológicas necesarias para mejorar su aprendizaje. Estas herramientas, más que competir con los libros, son una ayuda para favorecer a la adquisición de conocimientos, e impulsan a los estudiantes a generar nuevas ideas [9], pues no se trata de memorizar todos los contenidos que se encuentra en la web, por lo contrario, la idea es que se conviertan en aliados para favorecer la enseñanza.

El paradigma de la educación virtual precisa promover los conocimientos y captar la atención de los estudiantes, es por ello por lo que, los docentes deben apoyar sus clases en las TIC, permitiendo mediante elementos visuales la fácil memorización. Conforme a esto, Oquendo [10], manifiesta que los profesores deben generar una apertura del aprendizaje con nuevos entornos para la transmisión de la información.

3.2 Características del microaprendizaje

Para la construcción del microaprendizaje se debe reducir la sobrecarga cognitiva, Sung et al. [11], explican las implicaciones a tener en consideración, entre ellas, reconocer que todos

los estudiantes tienen diferentes formas de aprender, algunos prefieren lecturas, otros asimilan mejor un audio o un video, asimismo, considerar la importancia de las funciones de reacción, para ayudar de alguna manera a que los estudiantes no se sientan remotos durante el aprendizaje en línea, igualmente, mantener la idea de una evaluación diseñada para que los alumnos tengan mayor control de los conocimientos adquiridos, y por último, no olvidar el valor de las pequeñas actividades que optimizan la experiencia de aprendizaje.

En el aprendizaje en línea sincrónico o asincrónico, se utiliza texto, audios, elementos visuales, animaciones, videos, simulaciones, juegos, entre otros. Cualquiera de los instrumentos anteriormente citados debe cumplir con requisitos específicos para ser denominados como microaprendizaje, se desarrollan a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1. Características del microaprendizaje

Característica	Descripción
Duración	Los contenidos presentados en videos no deben pasar de 1 – 3 minutos [1]. Generalmente los espacios de tiempo utilizados en el microaprendizaje como una estrategia educativa son breves, sin sobrepasar los 15 minutos [12].
Estructura	Palabras e imágenes llamativas, no se debe usar sonidos, videos o animaciones irrelevantes porque distraen el aprendizaje [13]. Pueden presentarse los contenidos como fragmentos o episodios [3].
Contenido	Al crear videos es importante destacar de 3 a 4 objetivos claves [12], otra clave es reducir el tema a una sola idea, que sea breve, dinámica y fluida [2]. Principalmente se trata de actividades separadas e integradas, con el solo objetivo de mantener la atención de los estudiantes [3].

La importancia del microaprendizaje se justifica por la reducción de la capacidad media de atención humana [14], los estudiantes pueden mediante este tipo de aprendizaje llegar al conocimiento de forma breve y práctico, logrando maximizar su capacidad de memoria y concentración [1]. A la vez, el alumno puede controlar el lugar y el momento de aprendizaje [15], particularidad útil en el área médica, porque además de las facilidades de acceso a la información, con el microaprendizaje se logra aumentar la seguridad en el entorno clínico y mejorar el rendimiento del profesional sanitario [2].

3.3 Herramientas que se requieren para el aprendizaje de la asignatura Cirugía General en la virtualidad.

Las herramientas digitales tienen como ventaja la interactividad del aprendizaje electrónico, donde los usuarios de los sitios web, contribuyen, recuperan y exploran contenido, el cuál es

fabricado por otros usuarios [16]. Sabaduche-Rosillo [17], manifiesta que las herramientas virtuales son imprescindibles en el nuevo modelo educativo, debido a que por medio de ellas interactúan la informática y los sistemas de comunicación, dando lugar a la participación de los estudiantes en cualquier momento y lugar, utilizando únicamente un ordenador.

En la enseñanza de la asignatura Cirugía General se pueden utilizar tecnologías Web 2.0, las mismas que se refieren a la nueva generación de sitios web, que permiten a las personas aprender y colaborar en la enseñanza de nuevos conocimientos. Es así como, algunas herramientas que se usan para el aprendizaje significativo de la asignatura fortalecen en los estudiantes la creatividad, capacitándolos para ser autodirigidos y autodeterminados en su propio aprendizaje [2].

Algunas de las estrategias tecnológicas descritas por [18], para la educación quirúrgica son: simulación, redes sociales, e-learning y aula invertida, no obstante, existen una infinidad de herramientas que actualmente son utilizadas. Se describen a continuación algunas de ellas.

Laboratorio de Simulación: es un método para aprender y practicar habilidades clínicas, mediante el principio de la repetición, se lleva a cabo en un ambiente controlado, donde no existen riesgos adicionales [18]. En la Figura 1 se puede observar una fotografía de un laboratorio de simulación.

Figura 1. Laboratorio de simulación



Nota: Sala de simulación. Tomada de Clínica Alemana Universidad de Desarrollo, [Fotografía], 2012, <https://bit.ly/3uMBLxo>

Vista como Calle-Díaz et al. [19], la simulación recrea un entorno clínico donde mediante el uso de un simulador es decir un maniquí, se logra el desarrollo del aprendizaje. Existen cuatro tipos de simulación, que son: la basada en computadoras, la simulación relacionada con el cuidado de la salud, juego de roles y realidad virtual. Todas ellas usadas de forma efectiva para la enseñanza de cirugía a los estudiantes.

Videoconferencias: Durante la pandemia covid-19 se utilizaron medios audiovisuales como videos didácticos y videoconferencias, estrategias que estimulan el proceso enseñanza-aprendizaje

[20]. Los videos explicativos de diferentes técnicas quirúrgicas permiten el llamado video-entrenamiento de los alumnos de cirugía, en tal caso, Nieves-Ureña, et al. [21], publican que esta clase de videos ofrecen flexibilidad para el aprendizaje y la práctica autónoma, así como la colaboración y discusión grupal. Además, poseen la ventaja que son impartidas por profesores de gran experiencia, dejando de lado la distancia temporal y espacial. No obstante, Toro-Huamanchumo y Herrera-Añazaco [22], indican que, a pesar de las ventajas de las videoconferencias, no pueden llegar a reemplazar el aprendizaje de habilidades, que se adquieren durante la práctica en la sala de operaciones.

Redes Sociales: en el campo de la medicina han ganado terreno, Cabrera et al. [23], en su artículo formulan que las redes sociales actualmente han logrado que los profesionales de la salud, especialmente los del área quirúrgica consigan interactuar y compartir valiosa información. Existiendo así numerosas oportunidades a través de las cuales se puede educar en el ámbito quirúrgico mediante redes sociales.

Algunos autores como Cheston et al. [16], realizaron una revisión sistemática sobre el uso de las redes sociales en la educación médica, encontrando que los blogs eran hasta ese tiempo la herramienta digital más usada para la educación médica, seguida de X (Twitter), Facebook y YouTube. Haciendo hincapié en su estudio, sobre las ventajas de medios sociales en la educación entre ellos exponen: calificaciones más altas, mayor empatía y habilidades, además, expresan sobre la importancia de la adaptación de los docentes a las nuevas tecnologías. Igualmente, Steel et al. [24] declaran que las redes sociales son un componente necesario para la práctica quirúrgica, su limitante es la cuestión de saber utilizarlas, en la Tabla 2 se encontrará el nombre y las características de estas.

Tabla 2. Redes sociales

Nombre	Características
X (Twitter)	En esta red social los estudiantes y los alumnos pueden participar observando debates o interviniendo en ellos, sin importar las barreras de tiempo o espacio [12]. Por medio de “post” se puede aportar con información concisa y memorable para reforzar la enseñanza adquirida en las aulas, admitiendo el debate de ideas [25].
Facebook	Wexner et al. [26], manifiestan que inicialmente fue creada para facilitar la comunicación entre los estudiantes de Harvard, no obstante, esta red social rápidamente se volvió popular entre todas las personas, siendo hoy en día de las más usadas. Actualmente, representa una herramienta educativa, informativa y de comunicación de acceso mundial. Gracias a esto, una gran cantidad de cirujanos utilizan la plataforma para publicar artículos, comentarios, anunciar eventos de interés para estudiantes en formación.
YouTube	Este medio de comunicación tiene como característica el intercambio de

videos, que ha permitido que millones de usuarios puedan tener accesos a los mismos, algunos cirujanos como lo indican Wexner et al. [26], hacen uso de esta plataforma como una fuente de educación, formación y desarrollo profesional.

E-learning: este tipo de estrategia permite la entrega de contenido educativo gracias al uso de la web, de acuerdo con el tipo de soporte en el proceso de aprendizaje puede clasificarse según Boneu [27] en: *e-learning* puro y *blended learning*, en este último se mezcla la virtualidad con la presencialidad, conocido también como aula invertida, sus particularidades se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación del e-learning

Aprendizaje en línea (<i>e-learning</i> puro)	Aula invertida (<i>blended learning</i>)
<p>Este tipo de herramienta digital, como cualquier otra tiene ventajas y desventajas las cuales son planteadas por Gaxiola-García et.al [18], una ventaja es que desaparece la barrera tiempo - espacio, actualización constante y flexibilidad del aprendizaje, entre otras. Algunas de las desventajas descritas por el mismo grupo de autores son: gran inversión económica para las capacitaciones del personal docente y mejoría de la plataforma digital.</p> <p>Un <i>e-learning</i> completo que permite a los médicos la resolución de casos clínicos, aprendizaje teórico y habilidades quirúrgicas, debe tener interactividad, flexibilidad, escalabilidad y estar estandarizado [27]. Además, de contener inmaterialidad, autonomía y digitalización [6].</p>	<p>Esta estrategia de tipo constructivista se basa en el aprendizaje de conocimientos para ser reforzados en el aula física por el docente, con la ayuda de la presentación de casos clínicos, artículos científicos, podcast, etc. En un artículo publicado por Domínguez-Torres et.al [28], exponen que, los estudiantes a través del aula invertida desarrollan mejores habilidades cognitivas y muestran alta satisfacción de lo aprendido.</p> <p>Mota et.al [29], al explicar la didáctica de las aulas virtuales recalcan que, en las clases para integrar el aprendizaje de los estudiantes, es necesario incorporar videos, imágenes y fuentes de búsqueda, que le permitan no solo al estudiante sino también al profesor complementar la información estudiada. El objetivo de esta táctica es que el estudiante aprenda los contenidos antes de la clase aprovechando las tecnologías de la información y comunicación (TIC) para que luego el profesor refuerce lo aprendido, mejorando la calidad de la formación quirúrgica.</p>

Tipos de aprendizaje en línea

Podcast Los estudiantes obtienen mejores resultados de aprendizaje a través de múltiples sentidos [30], las grabaciones de audio basadas en internet o también denominados podcast, se vienen utilizando cada vez más en el campo quirúrgico como recurso educativo asincrónico. Anteby et al. [31], argumentan que son una modalidad eficaz para el aprendizaje médico, porque permite realizar otras actividades mientras integra sus conocimientos a través de los audios, en efecto, evita la sobrecarga cognitiva favoreciendo a la concentración sin distracciones visuales, contribuye en la retención de conocimientos, rendimiento en los exámenes e incluso en la práctica clínica.

Blogs Forman parte de los medios de comunicación de internet, usados principalmente para compartir información, revistas en línea, facilitar la comunicación interactiva, e influir en el aprendizaje y reflexión, entre otras [32]. Los blogs pueden ser usados en los estudiantes para mejorar el pensamiento crítico, las habilidades de alfabetización y la capacidad de usar el internet con fines investigativos. Churchill [33], en su estudio, encontró que los blogs son útiles para el aprendizaje, porque el profesor puede crear un ambiente en el que el estudiante se sienta importante dentro de la comunidad del aula, dando a conocer a través de esta tecnología sus necesidades y opiniones para ser reconocidas y atendidas.

Gamificación. – Con base a la idea de que los seres humanos tienen mayor comprensión visual, lo cual aumenta su conciencia espacial y conduce a una mayor comprensión, nace la Gamificación, definida por Mokadam et al. [34] como el proceso mediante el cual se motiva a los usuarios a realizar tareas mediante diseños de juegos. Son diversos tipos de juegos virtuales que se pueden aplicar para la enseñanza de la asignatura Cirugía General, los cuales permiten una mejor comprensión de conceptos, aumentan la capacidad de razonamiento y el rendimiento cognitivo. Khorammakan et al. [35], exponen también otros beneficios de la educación basada en juegos como son: mejorar el interés, satisfacción y el rendimiento académico. Se presenta en la Figura 2 una imagen sobre un juego usado para la enseñanza de cirugía robótica.

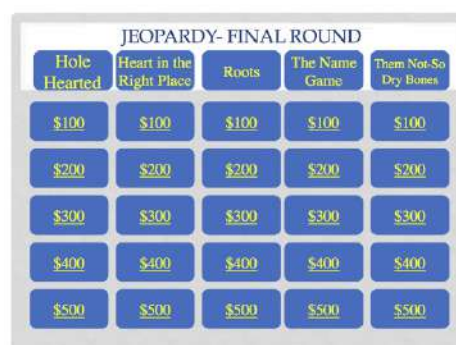


Figura 2. Juego “Jeopardy” para cirugía torácica. Nota: Tablero de juego del concurso “Jeopardy”. Tomada de The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery, [Imagen], 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtcvs.2015.07.064>

Realidad Virtual. - Al analizar sobre los tipos de simulación, llama la atención el apogeo que tiene actualmente la realidad virtual en la formación médica. Así lo explica Aguilar et.al [36], que, a través de la realidad virtual algunos estudiantes especialmente los del área quirúrgica, logran mejorar destrezas con la ayuda de algunas metodologías como la coordinación mano-ojo, alcanzando de esta manera destrezas avanzadas de corte y sutura con la ayuda de asistencia robótica o simplemente por medio de procedimientos telepresencia.

Cevallos et al. [37], explican que la realidad virtual ofrece acceso para que el estudiante pueda desarrollar habilidades quirúrgicas por medio de repeticiones ilimitadas y seguras. Algunos de los beneficios que describe el autor son: herramienta para evaluación objetiva, mejora la adquisición de conocimientos, y aumenta la motivación para el aprendizaje autodirigido.

Los simuladores de realidad virtual pueden clasificarse en simuladores quirúrgicos, modelos anatómicos en 3D, mesas de disecciones virtuales, realidad virtual móvil, etc., [38]. En general, se trata de tecnología informática que fabrica una imagen o un entorno tridimensional con el que se puede interactuar de forma aparentemente real o física, evitando la sobrecarga de conocimientos e impulsando el razonamiento y desarrollo de habilidades quirúrgicas. En la Figura 3 se observa un programa de realidad virtual para la enseñanza de anatomía.



Nota: Modelo de simulación. Tomada de University of Nebraska Medical Center, [Fotografía], Tom O'Connor, 2018, <https://bit.ly/48iqu6f>

4. Conclusiones:

- La tecnología quirúrgica avanza a grandes pasos, por lo que es necesario que las estrategias y herramientas de enseñanza progresen junto a ella, para lograr formar a la nueva generación de médicos.
- El microaprendizaje facilita la adquisición de conocimientos mediante unidades de aprendizaje concisas y breves, a las que se puede acceder en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Es imprescindible que las elaboren directrices para sumar el microaprendizaje en el currículo de las diferentes facultades, tomando en cuenta que el formato clásico puede ir a la par con la educación virtual.

- La principal limitación de este estudio, fue que, a pesar de la búsqueda exhaustiva, es posible que se haya pasado algún estudio especialmente de América Latina, debido a que en la revisión bibliográfica se dio mayor énfasis a las investigaciones de lengua inglesa.
- Este estudio abre puertas para nuevas investigaciones, como centrarse en conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes y poder lograr incorporarlos al microaprendizaje, de esta manera intentar aumentar la motivación en los estudiantes de Medicina, para aprender de forma independiente, en especial en la educación quirúrgica.

Contribución de autores: Los autores contribuyeron en todos los apartados.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

1. Susilana, R.; Dewi, L.; Rullyana, G.; Hadiapurwa, A.; Khaerunnisa, N. Can microlearning strategy assist students' online learning? *Jurnal Ilmiah Pendidikan*. 2022, 41 (2), 437-451.
2. De Gagne, J.; Park1, H.; Hall, K.; Woodward, A.; Suk Kim, S. Microlearning in Health Professions Education: Scoping Review. *JMIR MEDICAL EDUCATION*. 2019, 5 (2), 1-10.
3. Javorcik, T.; Kostolanyova, K.; Havlaskova, T. Microlearning in the Education of Future Teachers: Monitoring and Evaluating Students' Activity in a Microlearning Course. *The Electronic Journal of e-Learning*. 2023, 21(1), 13-25.
4. Iglesias-Díaz, G.; Ferro-González, B.; Hernández-Rodríguez, I.; Vázquez-Vázquez, J. Actualidad pedagógica del proceso enseñanza aprendizaje de Cirugía general electiva del cuello. *Revista de Ciencias Médicas*. 2022, 26 (2), 1-15.
5. Granados-Romero, J.; Valderrama-Treviño, A.; Tapia-Jurado, J.; Mendoza-Barrera, G.; Méndez-Celis, C.; Contreras-Flores, E.; Acuña-Campos, J. Evaluación de competencias quirúrgicas en estudiantes de segundo año de la carrera de Médico Cirujano en la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Autónoma de México. *Revista Cirujano General*. 2015, 37 (1-2), 6-14.
6. Ruíz-Parra, A.; Ángel-Muller, E.; Guevara, O. La simulación clínica y el aprendizaje virtual. Tecnologías complementarias para la educación médica. *Rev.Fac.Med*. 2009, 57, 67-79.
7. Mota, K.; Concha, C.; Muñoz, N. Educación virtual como agente transformador de los procesos de aprendizaje. *Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara*. 2020, 24 (3), 1216-1225.
8. Suvo-Vega, J.A.; Polonia, A. da C.; Miotto, A. I. Revisión sistemática sobre aprendizaje autónomo universitario a través de la virtualidad. *3C TIC. Cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*. 2021, 10(2), 17-47.
9. Cabero, J. Bases pedagógicas de e-learning. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. 2006, 3(1), 1-11.
10. Oquendo-Casas, F. Técnicas de enseñanza y aprendizaje en la virtualidad. *Revista Sinergia*. 2022, 1(12), 7-19.
11. Sung, A.; Leong, K. A study of learners' interactive preference on multimedia microlearning. *Journal of*

Work-Applied Management. 2023, 15 (1), 96–119.

12. Palmon, I.; Brown, C.; Highet, A.; Kulick, A.; Barrett, M.; Cassidy, D.; Herman, A.; Gomez-Rexrode, A.; O'Reggio, R.; Sonnenday, C.; Waits, S.; Wakam, G. Microlearning and Social Media: A Novel Approach to Video-Based Learning and Surgical Education. *Journal of Graduate Medical Education*. 2021, 323–326.
13. Mayer, R.; Moreno, R. Techniques That Reduce Extraneous Cognitive Load and Manage Intrinsic Cognitive Load during Multimedia Learning. In J. Plass, R. Moreno, & R. Brünken (Eds.), *Cognitive Load Theory*. 2010, pp. 131–152.
14. Leong, K.; Sung, A.; Au, D.; Blanchard, C. A review of the trend of microlearning. *Journal of Work-Applied Management*. 2021, 13(1), 88–102.
15. Sedaghatkar, F.; Mohammadi, A.; Mojtahedzadeh, R.; Gandomkar, R.; Rabbani Anari, M.; Dabiri, S.; Tajdini, A.; Zoafa, S. Enhancing Medical Students' Knowledge and Performance in Otolaryngology Rotation through Combining Microlearning and Task-Based Learning Strategies. *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2023, 20, 4489.
16. Cheston, C.; Flickinger, T.; Chisolm, M. Social media use in medical education: a systematic review. *Academic Medicine*. 2013, 88 (6), 893–901.
17. Sabaduche-Rosillo, D. Herramientas virtuales orientadas a la optimización del aprendizaje participativo: Estado del Arte. *Revista de Ciencias Empresariales de la Universidad de San Martín de Porres*. 2015, 6(1), 12–23.
18. Gaxiola-García, M.; Kushida-Contreras, B.; Sánchez-Mendiola, M. Enseñanza de habilidades quirúrgicas: teorías educativas relevantes (segunda parte). *Investigación en Educación Médica*. 2022, 11 (42), 95–105.
19. Calle-Díaz, S.; García-Osorio, S.; Flórez-Arango, J. F.; Torres-Silva, E.; Luna-Gómez, I.; Fernández-Ramírez, S. Metodologías y materiales para el entrenamiento en técnicas quirúrgicas: revisión sistemática. *Medicina U.P.B.* 2021, 40 (1), 35–45.
20. Chávez, R.; Mitjans, C.; Brown, J. Utilidad atribuida por los estudiantes a los recursos para el aprendizaje de la Medicina Interna. *Revista Cubana de Medicina*. 2022, 61(2), 1–14.
21. Nieves-Ureña, B.; Rodríguez-García, J.; Somoano-Marfull, A. Adquirir habilidades quirúrgicas en tiempos de pandemia: la telecirugía y el aprendizaje autónomo con vídeos. *Fundación Médica*. 2021, 24(2), 107–108.
22. Toro-Huamanchumo, C.; Herrera-Añazco, P. Medical education during the COVID -19 pandemic: Global initiatives for undergraduate and medical residency. *SciELO Preprints*. 2020.
23. Cabrera, L.; Herrera, G.; Mendoza, Z.; Pedraza, M.; Sánchez, S.; Pulido, J. Aplicación de las redes sociales en la educación del cirujano general. @Cirbosque, rompiendo el paradigma. *Cirugía Andaluza*. 2020, 31 (1), 15–20.
24. Steel, S.; Seyed, B.; Bush, R.; Serena, D.; Kyle, C.; Joshua, I.; Tal, R.; Kelz, R. Social media is a necessary component of surgery practice. *Elsevier Inc*. 2015, 158(3), 857–862.
25. Galiatsatos, P.; Porto-Carreiro, F.; Hayashi, J.; Zakaria, S.; Christmas, C. The use of social media to supplement resident medical education – the SMART-ME initiative. *Medical Education Online*. 2016,

21:1, 29332.

26. Wexner, S.; Petrucci, A.; Brady, R.; Ennis-O'Connor, M.; Fitzgerald, E.; Mayo, J. Social media in colorectal surgery. *Colorectal Disease*. 2016, 28-30.
27. Boneu, J. Plataformas abiertas de e-learning para el soporte de contenidos educativos abiertos. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*. 2007, 4 (1), 36-47.
28. Domínguez-Torres, L.; Vega-Peña, N.; Pepín-Rubio, J.; Sierra-Barbosa, D.; Loreto, J. Se hace camino al andar: Educación médica de pregrado en el Departamento de Cirugía, Universidad de La Sabana. *Revista Colombiana de Cirugía*. 2021, 38 (1), 25-34.
29. Mota, K.; Concha, C; Muñoz, N. Educación virtual como agente transformador de los procesos de aprendizaje. *Revista on line de Política e Gestão Educacional, Araraquara*. 2020, 24 (3), 1216-1225.
30. White, J.S.; Sharma, N.; Boora, P. Surgery 101: Evaluating the use of podcasting in a general surgery clerkship. *Medical Teacher*. 2011, 33(11).
31. Anteby, R.; Amiel, I.; Cordoba, M.; Axelsson, C.; Rosin, D.; Phitayakorn, R. Development and Utilization of a Medical Student Surgery Podcast During COVID-19. *Journal of Surgical Research*. 2021, 265, 95-99.
32. Wang, Y.-M.; Chiou, C.-C. Examinar empíricamente la eficacia de los blogs docentes en la instrucción de cursos universitarios. *SABIO*. 2022, 12 (3).
33. Churchill, D. Educational applications of Web 2.0: Using blogs to support teaching and learning. *British Journal of Educational Technology*. 2009, 40(1), 179-183.
34. Mokadam, N.; Lee, R.; Vaporciyan, A.; Walker, J.; Cerfolio, R.; Hermsen, J.; Baker, C.; Mark, R.; Aloia, L.; Enter, D.; Carpenter, A.; Moon, M.; Verrier, E.; Fann, J. Gamification in thoracic surgical education: Using competition to fuel performance. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 2015, 150(5), 1052-1058.
35. Khorammakan, R.; Omid, A.; Mirmohammadsadeghi, M.; Ghadami, A. Puzzle game-based learning: a new approach to promote learning of principles of coronary artery bypass graft surgery. *BMC Medical Education*. 2023, 23:241.
36. Aguilar, E.; Vivas, A.; Sabater, J. Una aproximación a la realidad aumentada y sus aplicaciones quirúrgicas. *Entre Ciencia e Ingeniería*. 2018, 12 (24), 15-24.
37. Cevallos, N.; Zukotynski, B.; Greig, D.; Silva, M.; Thompson, R. The Utility of Virtual Reality in Orthopedic Surgical Training. *Journal of Surgical Education*. 2022, 70(6), 1516-1525.
38. Jiang, H.; Vimalasvaran, S.; Wang, J.; Lim, K.; Mogali, S.; Car, L. Virtual Reality in Medical Students' Education: Scoping Review. *JMIR MEDICAL EDUCATION*. 2022, 8(1), 1-24.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Dependencia de los hidrocarburos en la Amazonía norte del Ecuador

Demmy Mora-Silva ¹   María Belén Bravo ²  María José Sánchez ²  Renata Álvarez-Barba ² 

¹ Research Group YASUNI-SDC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca 220001, Ecuador

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba EC-060104, Ecuador

 Correspondencia: demmy.mora@esPOCH.edu.ec

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj63096>

Resumen: La actividad petrolera en la Amazonía norte de Ecuador, a pesar de su papel estratégico en el desarrollo económico del país, plantea desafíos significativos. Ecuador, como el cuarto productor de petróleo en América Latina, enfrenta tensiones entre la explotación de recursos naturales y la preservación de la biodiversidad en esta región rica en selvas tropicales. La actividad hidrocarbúrfica ha causado impactos ambientales, sociales y económicos, desde la degradación de ecosistemas hasta la alteración de comunidades indígenas. La falta de consulta adecuada y participación de las comunidades locales ha generado conflictos, y las preguntas sobre gestión ambiental y responsabilidad social corporativa son cada vez más urgentes. La revisión bibliográfica busca describir esta compleja situación.

Palabras claves: Ecuador; industria petrolera; región amazónica; biodiversidad; impactos

Dependence on hydrocarbons in Ecuador's northern Amazon region

Abstract: Oil activity in Ecuador's northern Amazon, despite its strategic role in the country's economic development, poses significant challenges. Ecuador, as the fourth largest oil producer in Latin America, faces tensions between the exploitation of natural resources and the preservation of biodiversity in this rainforest-rich region. Hydrocarbon activity has caused environmental, social and economic impacts, from the degradation of ecosystems to the alteration of indigenous communities. The lack of adequate consultation and participation of local communities has generated conflicts, and questions about environmental management and corporate social responsibility are becoming increasingly urgent. The literature review seeks to describe this complex situation.

Keywords: Ecuador; oil industry; Amazon region; biodiversity; impacts; oil industry; Amazon region



Cita: Mora-Silva, D., Bravo, M. B., & Sánchez, M. J. (2023). Dependencia de los hidrocarburos en la Amazonía norte del Ecuador. *Green World Journal*, 6(3), 096. <https://doi.org/10.53313/gwj63096>

Received: 13/Oct /2023

Accepted: 20/Dec /2023

Published: 31/Dec /2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introducción

A pesar de ser un recurso no renovable, el petróleo crudo desempeña un papel estratégico esencial en el desarrollo de los países [1] especialmente en América Latina, donde la economía y las finanzas gubernamentales dependen principalmente de la explotación de recursos naturales [2]. En la región sudamericana, Ecuador ostenta la tercera reserva de petróleo más grande y se sitúa como el cuarto productor de petróleo, generando alrededor de 549 mil barriles diarios, según la información proporcionada por la Organización de Países Exportadores de Petróleo. La mayor parte de las operaciones extractivas se han llevado a cabo en la región Noreste Amazónica (NAR), conocida como "Oriente", durante más de 50 años [3].

La Amazonía norte del Ecuador, con su exuberante biodiversidad y vasta extensión de selvas tropicales, se ha convertido en un escenario emblemático de la compleja interacción entre el desarrollo económico y la conservación ambiental [4]. En las últimas décadas, esta región ha experimentado un acelerado crecimiento en la actividad hidrocarburífera, marcando un hito significativo en la búsqueda de recursos naturales para impulsar la economía del país [5]. Este cambio ha desencadenado una serie de debates, tanto a nivel nacional como internacional, que giran en torno a los impactos ambientales, sociales y económicos asociados con la extracción de hidrocarburos en una de las zonas más biodiversas del planeta [6].

El alcance de este fenómeno se manifiesta en diversos desafíos, desde la degradación de los ecosistemas acuáticos hasta la alteración de modos de vida tradicionales de comunidades indígenas arraigadas en la región [7]. La perforación de pozos, la construcción de infraestructuras asociadas y la emisión de desechos tóxicos han dejado una huella profunda en los ecosistemas locales [8]. Por otro lado, la calidad del agua se ha visto comprometida, y la pérdida de hábitats naturales ha llevado a la disminución de especies endémicas. Estos impactos ambientales se extienden más allá de las áreas directamente afectadas por la explotación petrolera, creando una red de consecuencias que se extiende a lo largo y ancho de la Amazonía norte, causando un impacto sistémico que altera los equilibrios ecológicos en la región [9,10].

Además de los desafíos ambientales, la actividad hidrocarburífera ha exacerbado las tensiones sociales en la región. Las comunidades indígenas, cuyas vidas han estado históricamente entrelazadas con la selva amazónica, se han visto afectadas de manera desproporcionada [11]. La llegada de empresas petroleras ha llevado a la reubicación de comunidades enteras, alterando sus formas de vida tradicionales y generando conflictos con respecto a la propiedad de la tierra [12]. La falta de consulta adecuada y la participación de estas comunidades en la toma de decisiones relacionadas con la actividad petrolera ha sido una fuente constante de disputa y un tema central de la problemática que rodea a la explotación de hidrocarburos en la Amazonía norte [13].

A medida que las compañías petroleras avanzan en la exploración y extracción de recursos en la Amazonía norte, se multiplican las interrogantes acerca de las prácticas de gestión ambiental y la responsabilidad social corporativa [14]. ¿Cómo se están abordando los impactos negativos? ¿En qué medida se involucran las comunidades locales en la toma de decisiones? ¿Existen políticas efectivas para garantizar la restauración y conservación de los ecosistemas afectados?[15]. Estas preguntas, entre muchas otras, delinean la complejidad del escenario actual sobre la sostenibilidad y la coexistencia armoniosa entre el desarrollo económico y la preservación del entorno natural y brindan el punto de partida para una revisión bibliográfica exhaustiva que busca arrojar luz sobre el estado actual de la actividad hidrocarburífera en la Amazonía norte del Ecuador [16,17].

En este contexto, el objetivo principal de esta revisión bibliográfica es describir de manera integral el estado actual de la actividad hidrocarburífera en la Amazonía norte del Ecuador. A través de la exploración detallada de la literatura existente en bases de datos regionales y de alto impacto. Al hacerlo, se aspira a proporcionar una visión integral que sirva como base para futuras discusiones, políticas y acciones destinadas a mitigar los impactos negativos y fomentar prácticas más sostenibles en este ecosistema único.

2. Actividad hidrocarburífera en la Amazonía norte del Ecuador

La Amazonía, desde las primeras llegadas de los españoles, se convirtió en un área destinada a la explotación de recursos, inicialmente a través de un breve pero impactante ciclo de extracción de oro en el siglo XVI. Posteriormente, evolucionó para convertirse en un proveedor de materias primas, como el caucho, y en la actualidad, es una región clave para la extracción de petróleo [18]. Aunque la Amazonía comenzó a globalizarse desde el siglo XVI, todavía es considerada por entidades nacionales y empresas transnacionales como una zona para articular y desarrollar [19]. De esta manera, la expansión de la frontera petrolera se está llevando a cabo no solo en áreas caracterizadas por su alta fragilidad ambiental, como las designadas para la conservación ecológica, como Yasuní, Cuyabeno y Limoncocha, sino también en territorios habitados por comunidades indígenas, incluyendo a los Kichwas, Shuar, Sionas, Cofanes, Huaorani, entre otros [20]; y en regiones que actualmente son hogar de comunidades campesinas como Shushufindi, el Sacha, Tarapoa, Dureno, entre otras, configurando de manera significativa el paisaje territorial amazónico [21,22].

Desde mediados del siglo XX, se empezó a cuestionar la problemática de la pobreza y la lucha contra ella. Este cambio de enfoque dio lugar a la promesa de crecimiento para los países del Tercer Mundo, donde surgió un nuevo discurso: la Economía del Desarrollo [23]. Con el tiempo, este enfoque se integró en instituciones, procesos económicos y relaciones sociales, basándose principalmente en la Economía Neoclásica y Ortodoxa. En las décadas de los sesenta, la economía del desarrollo, guiada por el Banco Mundial, abogó por que los países del Tercer Mundo abrieran sus puertas a inversiones extranjeras directas, créditos internacionales (deuda) y, en el ámbito industrial, una mayor colaboración con multinacionales, con el objetivo de lograr un crecimiento económico. En este contexto, los gobiernos de Ecuador, Venezuela y Colombia permitieron la entrada de empresas petroleras extranjeras [19].

En el caso de Ecuador, especialmente en la región amazónica, esto se materializó con la llegada de Texaco, una iniciativa respaldada por el Estado y gran parte de la sociedad, con la intención específica de generar riqueza y combatir la pobreza [24]. A finales de la década de 1980 y mediados de la década de 1990, como resultado del notable crecimiento económico que implicó un significativo deterioro de la calidad de los ecosistemas locales, junto con la creciente crisis ambiental a nivel mundial, el gobierno ecuatoriano adoptó progresivamente el discurso del desarrollo sustentable, permeando sus estructuras estatales [17,25].

Sin embargo, la extracción de petróleo de campos como Shushufindi, Sacha, Lago Agrio, entre otros, condujo al país a una fase de crecimiento económico acelerado, facilitando así la completa reintegración de Ecuador en el mercado global [19]. De este modo, las exportaciones totales, que antes del auge en 1970 ascendían a 190 millones de dólares, experimentaron un significativo aumento a 2.500 millones de dólares en 1981 debido a las ventas de petróleo [26]. Este periodo de bonanza petrolera influyó positivamente en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) a una tasa anual del 8%, y el ingreso per cápita se elevó de 260 dólares en 1970 a 1.668 dólares en 1981. Durante este lapso, Ecuador alcanzó un crecimiento per cápita del 3,3%, siendo el más alto

en todo el siglo XX y superando el promedio de países como Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México, Venezuela, así como de varias naciones industrializadas de Europa [27,28].

En la década de los noventa, tras el declive de los precios del petróleo después del auge, el gobierno ecuatoriano respondió intensificando la expansión de la frontera extractivista [29,30]. Este enfoque resultó en una agravación de los problemas socioeconómicos en la región amazónica, manifestándose no solo en la marginación de amplios sectores de la población local, sino también en el aumento de la pobreza, la restricción de los recursos destinados a inversiones sociales, el descuido de la infraestructura, el incremento de los niveles de violencia y una crisis ambiental severa [31].

El desenlace de esta situación se manifiesta a través de una serie de conflictos socioambientales que abarcan situaciones emblemáticas, como el destacado juicio contra la empresa TEXACO [32]. Asimismo, se han registrado diversas marchas de protesta lideradas por asociaciones campesinas e indígenas, así como manifestaciones y actos de desobediencia de comunidades locales frente a las entidades dominantes, como las empresas petroleras y el Gobierno central [33]. Estas acciones culminaron en paros dramáticos, siendo especialmente notable el paro biprovincial amazónico de agosto de 2005, donde los manifestantes lograron suspender las operaciones y exportaciones de hidrocarburos al movilizar a más de 30,000 personas que mantuvieron su actividad de manera continua durante nueve días [31,33].

Por ello, una de las estrategias implementadas para preservar la biodiversidad en Ecuador consiste en la administración de parques y reservas nacionales. Dos ejemplos destacados de reservas en el país son la Reserva de la Biosfera Yasuní y la Reserva Cuyabeno, ambas ubicadas en estrecha proximidad o con bloques petroleros activos dentro de sus límites [34]. Conforme a la Constitución y la legislación ecuatoriana, la extracción de petróleo está estrictamente regulada dentro de estas reservas, limitándose exclusivamente a la instalación de pozos de producción, sin autorización para la construcción de grandes instalaciones de procesamiento de petróleo [35]. Un desafío considerable para la preservación de estas áreas radica en el desplazamiento de contaminantes en un entorno que recibe más de 6 metros de lluvia al año [36]. De esta manera, cualquier residuo de petróleo o metales pesados podría ser transportado potencialmente a las zonas destinadas a la protección de la biodiversidad ecuatoriana si se producen derrames de petróleo o si los efluentes no son gestionados adecuadamente y terminan en ríos conectados al intrincado sistema hídrico de la región [37].

En Ecuador, la estrategia ambiental que refleja la susceptibilidad de la población a la contaminación petrolera se fundamenta en criterios como la proximidad a la fuente (tales como charcos, derrames o pozos de petróleo), el tiempo de exposición en el área contaminada, la concentración de infraestructuras petroleras y los posibles efectos de las actividades petroleras en los recursos hídricos [38]. Siguiendo estas directrices, se implementó un extenso programa nacional en la región amazónica con el propósito de abordar los impactos sociales y ambientales. En situaciones donde la remediación resultaba insuficiente, las familias afectadas fueron reubicadas en viviendas sociales y mantenidas a una distancia segura de las fuentes contaminadas [39].

Actualmente, se ha observado un aumento notable en la incidencia de derrames de petróleo desde los primeros años de la década de 1990, con un incremento aún más marcado en el período comprendido entre 2000 y 2009. Las áreas que presentan una mayor densidad de derrames de petróleo se encuentran concentradas en la zona central de los distritos productores de petróleo en la Amazonía ecuatoriana [19,40]. Específicamente, en los campos petroleros de Sacha, Lago Agrio, Cuyabeno, Libertador y Auca, que se sitúan al sur, siendo algunos de los campos más productivos del Ecuador y a menudo denominados como las "joyas de la corona". Además, algunos de estos

campos petroleros también son los que cuentan con el mayor número de pozos perforados y representan los campos operativos más antiguos en el país [36]. Aunque las cifras específicas de derrames pueden variar, se han registrado impactos ambientales significativos, afectando la biodiversidad y los medios de vida de las comunidades locales.

Por otro lado, la economía ecuatoriana ha estado históricamente vinculada a la actividad petrolera, y los ingresos generados por la exportación de petróleo han desempeñado un papel crucial [19]. Sin embargo, la dependencia económica de los hidrocarburos también ha expuesto al país a la volatilidad de los precios internacionales del petróleo [41]. Cambios en los precios del crudo pueden tener impactos directos en los ingresos y la capacidad del gobierno para financiar proyectos y programas. A medida que la preocupación por la sostenibilidad ambiental crece a nivel mundial, Ecuador ha enfrentado desafíos para equilibrar la necesidad de ingresos petroleros con la conservación de la biodiversidad y los ecosistemas frágiles de la Amazonía[42].

3. Conclusión

El impacto potencial o probado de las actividades petroleras en el medio ambiente y la salud humana aún está poco documentado en Ecuador, siendo un relato complejo y fascinante. Inicialmente, la región vivió un breve pero impactante ciclo de extracción de oro, antes de transformarse en un proveedor de materias primas como el caucho, para finalmente convertirse en un epicentro crucial de la extracción petrolera en la actualidad. A pesar de la globalización que comenzó en el siglo XVI, la Amazonía sigue siendo percibida como una zona para articular y desarrollar, lo que ha llevado a la expansión de la frontera petrolera en áreas de alta fragilidad ambiental, territorios indígenas y regiones habitadas por comunidades campesinas, delineando así el paisaje territorial amazónico. La lucha contra la pobreza se convirtió en una prioridad, dando lugar al surgimiento de la Economía del Desarrollo abrieron sus puertas a inversiones extranjeras y multinacionales, marcando el inicio de la llegada de empresas petroleras extranjeras como Texaco. con la promesa de generar riqueza y erradicar la pobreza. Sin embargo, la bonanza económica resultante de la extracción petrolera también trajo consigo una serie de consecuencias negativas que han definido la situación actual en la Amazonía ecuatoriana.

Este cambio de enfoque resultó en una exacerbación de los problemas socioeconómicos en la región amazónica, manifestándose en la marginación de la población local, aumento de la pobreza, restricciones en la inversión social, descuido de la infraestructura, aumento de la violencia y una crisis ambiental severa. Los conflictos socioambientales, como el emblemático juicio contra Texaco y las protestas lideradas por comunidades campesinas e indígenas, han marcado esta fase. El paro provincial amazónico de 2005, donde más de 30,000 personas lograron suspender las operaciones y exportaciones de hidrocarburos durante nueve días, destacó la resistencia y la lucha de las comunidades locales.

La Amazonía norte no es simplemente un paisaje físico; es un hogar para comunidades con ricas tradiciones culturales y un depósito invaluable de conocimientos ancestrales sobre el entorno natural. La justificación de esta revisión bibliográfica se basa en la premisa de que comprender a fondo la interacción entre la actividad hidrocarbúrfica y la Amazonía norte es esencial para abogar por un equilibrio entre el desarrollo económico y la preservación de la biodiversidad y los modos de vida tradicionales.

Contribución de autores: Los autores participaron en todos los apartados del documento.

Financiamiento: El estudio se financió dentro del proyecto Determinación de calidad de agua en acuíferos y sus riesgos asociados en zonas petroleras de la Amazonía norte del Ecuador.

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Jianwei, E.; Bao, Y.; Ye, J. Crude Oil Price Analysis and Forecasting Based on Variational Mode Decomposition and Independent Component Analysis. *Phys. A Stat. Mech. its Appl.* **2017**, *484*, 412–427.
- Arsel, M.; Hogenboom, B.; Pellegrini, L. The Extractive Imperative in Latin America. *Extr. Ind. Soc.* **2016**, *3*, 880–887.
- Lessmann, J.; Fajardo, J.; Muñoz, J.; Bonaccorso, E. Large Expansion of Oil Industry in the Ecuadorian Amazon: Biodiversity Vulnerability and Conservation Alternatives. *Ecol. Evol.* **2016**, *6*, 4997–5012, doi:10.1002/ece3.2099.
- Roux, F. Turismo Comunitario Ecuatoriano, Conservación Ambiental y Defensa de Los Territorios. *Fed. Plurinacional Tur. Comunitario del Ecuador-FEPTCE* **2013**.
- Barraza, F.; Maurice, L.; Uzu, G.; Becerra, S.; López, F.; Ochoa-Herrera, V.; Ruales, J.; Schreck, E. Distribution, Contents and Health Risk Assessment of Metal (Loid) s in Small-Scale Farms in the Ecuadorian Amazon: An Insight into Impacts of Oil Activities. *Sci. Total Environ.* **2018**, *622*, 106–120.
- Martínez, M.O.; Napolitano, D.A.; MacLennan, G.J.; O'Callaghan, C.; Ciborowski, S.; Fabregas, X. Impacts of Petroleum Activities for the Achuar People of the Peruvian Amazon: Summary of Existing Evidence and Research Gaps. *Environ. Res. Lett.* **2007**, *2*, 45006.
- Lu, F.; Valdivia, G.; Silva, N.L. *Oil, Revolution, and Indigenous Citizenship in Ecuadorian Amazonia*; Springer, 2016; ISBN 1137533625.
- Denning, N.C. Reconstituting the Nature of the Nation: Extractivism, Biodiversity, and the Rights of Nature in Ecuador. **2019**.
- Azqueta Oyarzún, D.; Delacámara, G. El Costo Ecológico de La Extracción de Petróleo: Una Simulación. *Rev. la CEPAL* **2008**.
- San Sebastián, M.; Armstrong, B.; Stephens, C. La Salud de Mujeres Que Viven Cerca de Pozos y Estaciones de Petróleo En La Amazonía Ecuatoriana. *Rev. Panam. Salud Pública* **2001**, *9*, 375–383.
- Real, I.V.; García-Torres, M. Mujeres Indígenas y Neo-Extractivismo Petrolero En La Amazonía Centro Del Ecuador: Reflexiones Sobre Ecologías y Ontologías Políticas En Articulación. *Rev. Brújula* **2017**, *11*.
- Martin Bristain, C. *El Derecho a La Reparación En Los Conflictos Socioambientales*; España: Ed. Hegoa, 2007, 2007; ISBN 848991639X.
- Domínguez Pazmiño, J.L. Recomendaciones de Política Para Reducir El Impacto Al Medio Ambiente de La Actividad Petrolera En El Ecuador 2010.
- Etchart, L. *Global Governance of the Environment, Indigenous Peoples and the Rights of Nature: Extractive Industries in the Ecuadorian Amazon*; Springer, 2022; ISBN 3030815196.
- Dayot, J. Valuation Struggles in the Ecuadorian Amazon: Beyond Indigenous People's Responses to Oil Extraction. *J. Polit. Ecol.* **30** **2023**.
- Vasquez, P.I. *Oil Sparks in the Amazon: Local Conflicts, Indigenous Populations, and Natural Resources*; University of Georgia Press, 2014; ISBN 0820345628.
- Cerretti, J. Sources of Negotiation Power in Environmental Conflicts: The Case of Oil Extraction in the Ecuadorian Amazon 2007.
- Toledo, A.R.; Ponce, R.L. *Conservación y Petróleo En La Amazonía Ecuatoriana: Un Acercamiento Al Caso Huaorani*; EcoCiencia, 2001; ISBN 9978046992.
- Fontaine, G. *El Precio Del Petróleo. Conflictos Socio-Ambientales y Gobernabilidad En La Región Amazónica*; Flacso-Sede Ecuador, 2007; ISBN 9978671307.
- Sawyer, S. Crude Chronicles: Indigenous Politics, Multinational Oil, and Neoliberalism. In; 2004.
- Gerlach, A. *Indians, Oil, and Politics: A Recent History of Ecuador*; Rowman & Littlefield Publishers, 2003; ISBN 146166554X.
- Vallejo, I.; Cielo, C.; García, F. Ethnicity, Gender, and Oil: Comparative Dynamics in the Ecuadorian

- Amazon. *Lat. Am. Perspect.* **2019**, *46*, 182–198.
23. Acosta, A. *Buen Vivir Sumak Kawsay: Una Oportunidad Para Imaginar Otros Mundos*; Editorial Abya-Yala, 2012; ISBN 9942092323.
 24. Wilson, J.; Bayón, M. *La Selva de Los Elefantes Blancos: Megaproyectos y Extractivismos En La Amazonía Ecuatoriana*; Editorial Abya-Yala, 2017; ISBN 9942096086.
 25. Valdivia, G. The “Amazonian Trial of the Century”: Indigenous Identities, Transnational Networks, and Petroleum in Ecuador. *Alternatives* **2007**, *32*, 41–72.
 26. Acosta, A. Breve Historia Económica Del Ecuador. **1995**.
 27. Paz, J.J.; Cepeda, M. La Historiografía Económica Del Ecuador Sobre El s. XIX y XX En Los Últimos 25 Años. *Procesos Rev. ecuatoriana Hist.* **1994**, 75–115.
 28. Acosta Espinosa, A. Breve Historia Económica Del Ecuador. **2005**.
 29. Reyes, G.E. *Cuatro Décadas En La Historia Económica de América Latina*; Editorial Universidad del Rosario, 2004;
 30. Barreto Cevallos, B.J. Los Ingresos Petroleros y Su Incidencia En El Crecimiento Económico Del Ecuador. Período 2006–2016. 2018.
 31. Oleas Montalvo, J. Ecuador 1980–1990: Crisis, Ajuste y Cambio de Régimen de Desarrollo. *América Lat. en la Hist. económica* **2017**, *24*, 210–242.
 32. Kimberling, J. Indigenous Peoples and the Oil Frontier in Amazonia: The Case of Ecuador, ChevronTexaco, and Aguinda v. Texaco. *NYUJ Int'l. L. Pol.* **2005**, *38*, 413.
 33. Borja Muñoz, J.B. Democracia, Extractivismo y Resistencia: La Criminalización de La Protesta Social En El Gobierno de Rafael Correa 2007–2017 2020.
 34. Finer, M.; Moncel, R.; Jenkins, C.N. Leaving the Oil under the Amazon: Ecuador's Yasuní-ITT Initiative. *Biotropica* **2010**, *42*, 63–66.
 35. Vogt, J. Ecological Conservation vs. Big Oil: The Case of Yasuní in Ecuador. *DEcolonial Herit. Nat. Cult. Asymmetries Mem* **2018**, *203*, 14.
 36. Rivera-Parra, J.L.; Vizcarra, C.; Mora, K.; Mayorga, H.; Dueñas, J.C. Spatial Distribution of Oil Spills in the North Eastern Ecuadorian Amazon: A Comprehensive Review of Possible Threats. *Biol. Conserv.* **2020**, *252*, doi:10.1016/j.biocon.2020.108820.
 37. Okop, I.; Persaud, K. Qualitative and Quantitative Assessment of Petroleum Contaminants in Soils under Tropical Weather Conditions. *Am. J. Anal. Chem.* **2019**, *10*, 112.
 38. Lyall, A. A Moral Economy of Oil: Corruption Narratives and Oil Elites in Ecuador. *Cult. Theory Crit.* **2018**, *59*, 380–399.
 39. Becerra, S.; Lalanne, M.; Weisbein, J. *Faire Face Aux Risques Dans Les Sociétés Contemporaines*; Octarès éditions, 2016; ISBN 2366300603.
 40. Fontaine, G. *Petróleo y Desarrollo Sostenible En Ecuador: Las Apuestas*; Flacso-Sede Ecuador, 2004; Vol. 2; ISBN 9978670904.
 41. Catagua Parrales, J.A.; Vásquez Pincay, J.M. Las Fluctuaciones Del Precio Del Petróleo y Su Efecto En La Demanda de Trabajo, En El Ecuador, Periodo 2000–2019. 2020.
 42. Albuja, V.; Dávalos, P. Extractivismo y Posneoliberalismo: El Caso de Ecuador. *Estud. críticos del Desarro.* **2013**, *3*, 83–112.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

The Oil Industry in Ecuador: History, Current Situation and Challenges

Demmy Mora-Silva ¹   María Belén Bravo ²  María José Sánchez ² 

Renata Álvarez-Barba ²  Carlos Mestanza Ramón ¹ 

¹ Research Group YASUNI-SDC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca 220001, Ecuador

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba EC-060104, Ecuador

 Correspondencia: demmy.mora@esPOCH.edu.ec

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj63097>

Abstract: Etymologically, the word petroleum comes from the Latin words petro (rock) and oleum (oil): rock oil. Petroleum is a complex natural mixture of hydrocarbon compounds found in a rock. It originated from the decomposition of organic matter over long periods, when the Earth was very unstable and was populated by dinosaurs, dinosaurs populated by dinosaurs, plants and trees that were buried and transformed into hydrocarbon by pressure and heat. In more detail, hydrocarbon reservoirs are generally found in sands, sandstones, conglomerates, limestones and porous dolomites. The compaction of the sediments where the oil originates is in a sedimentary rock called source rock. After its formation, the migration of hydrocarbons takes place. This is a slow process, not known until now, where fluids seek lower pressures and migrate to the surface. For a reservoir to form, it is necessary for the oil to encounter some obstacle, formed by source rocks, which prevent it from continuing to migrate to the surface. The structures that fulfill this purpose are called oil traps and the rock where the oil finally accumulates is called reservoir rock and must have an adequate porosity to contain it. The largest oil reserves are concentrated in a few countries, while the largest consumers are almost devoid of the resource. This makes access to reserves an important factor in geopolitical terms. important factor in geopolitical terms. The oil exploration and production industry face numerous challenges as it addresses the world's growing demand for energy. Especially now, when there is a huge need for sustainable operations, declining production from older fields and the discovery of new resources in demanding environmental settings. In this sense, this study analyzed the history, current situation and challenges of the oil industry in Ecuador.

Keywords: Oil industry; Amazon region; ecology; economic; impacts; oil industry; Amazon region



Cita: Mora-Silva, D., Bravo, M. B., Sánchez, M. J., Álvarez-Barba, R., & Mestanza Ramón, C. (2023). The Oil Industry in Ecuador: History, Current Situation and Challenges. Green World Journal, 6(3), 097.

<https://doi.org/10.53313/gwj63097>

Received: 06/Oct/2023

Accepted: 27/Dec/2023

Published: 29/Dec/2023

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

Editor's note: CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introduction

The oil industry is one of the most powerful in the world economy. More than 4 billion tons of this black gold are produced every year, a third of which comes from the United States, Saudi Arabia and Russia. It is worth mentioning that, although Middle Eastern countries still account for more than half of the world's oil reserves, the United States has managed to overtake them in terms of production volume, thanks to the exploration of shale oil and tar sands [1,2]. It is no coincidence that in 2022, the American giant generated almost one-sixth of the total number of barrels per day produced worldwide [3].

Oil plays a crucial role in the current industrial era, being today the main engine of the world economy. This fossil energy source has become the most widely used resource for powering industrial machinery, transportation and electricity production. Its versatility and high calorific value have allowed for years an unprecedented development in modern society. This has favored the growth of key industries such as the automotive, petrochemical and aviation industries. However, in recent decades, its relevance has generated a constant debate about its depletion and environmental impact [4]. As a result, the search for sustainable alternatives to ensure the planet's energy and environmental future has been driven. In short, oil has been and continues to be a fundamental pillar of industrial progress. However, clean energies are taking away its prominence on the road to a more sustainable global economy [5].

Oil tells a story of ages and decaying organic matter, when, millions of years ago, the remains of plants, algae and plankton sank to the seabed. Time progressed and they were buried under the weight of sediments and successive layers of strata at enormous temperatures. In such an extreme environment as that geological trap, oxygen disappears and organic matter is transformed into a substance called kerogen, a kind of proto-crude [6,7]. "With all that heat, pressure and time, the kerogen undergoes a process called catagenesis and hydrocarbons are formed," explain the Galp oil company, among which are coal, natural gas and oil itself. Oil includes hydrogen, with 13% by weight, carbon (85%), as well as sulfides (0.5%), oxygen (1%), nitrogen (0.5%) and metals such as copper or nickel (less than 0.1%) [8,9].

Oil can be found distributed in multiple territories throughout the Earth. The areas richest in oil reserves tend to be those where there was a large accumulation of organic matter in the past, such as ancient seabeds and lakes. Some of the main oil-producing regions are the Middle East, with Saudi Arabia, Iraq, Iran and Kuwait leading the way; South America, in countries such as Venezuela and Brazil; and finally North America, with Mexico and the United States being major players in the oil industry. Although these are the main ones, there are other places with significant hydrocarbon reserves [10,11]. Countries such as Norway and the United Kingdom extract oil from the North Sea in Europe. In Asia, Russia, China and Indonesia also participate in this industry with their reserves. It should also be noted that the search for new deposits is still underway with good results, proving that oil continues to be a valuable and strategic source of energy worldwide [12].

These hydrocarbons are organic compounds formed by hydrogen and oxygen whose combination gives rise to unlimited types of molecules and to the different types of oil (Brent, West Texas Intermediate and Dubai-Oman) and gas. In other words, the diversity of these compounds will depend on the variations in heat and pressure undergone. The most important source of Ecuador's economy is the export of crude oil and derivatives, which in the last 10 years has ranged between 43% and 66% of the country's total exports and between 43% and 59% of the State's general budget [13]. Ecuador, in its 40 years of oil exploitation, has had a rather disastrous history for the country's of oil exploitation has a rather disastrous record for the national economy as well as for the degradation of natural ecosystems. natural ecosystems. The purpose

of this study was to analyze the history, current situation and challenges of the petroleum industry in Ecuador.

2. History of the oil industry in Ecuador

The oil industry was responsible for Ecuador's transformation from a rural, agricultural-producing country to one with a thriving middle class and a rapidly developing economy, driven by the third largest oil reserves in South America. Although the first concessions for oil exploration were granted on the coast in 1878 and in the Amazon in 1921, it was only in the 1970s that Ecuador became an oil-producing country [14,15].

Between 1928 and 1957, the country exported 42 million barrels of crude oil, equal to the volume exported in 1972 alone, the year in which the oil boom era began. For nearly forty years, from 1928 to 1959, oil exploitation was concentrated in the Santa Elena peninsula. However, in those years several foreign companies such as Shell, Standar Oil, California Oil, Tennessee, and the Western Geophysical Co, obtained more than 5 million hectares in new concessions for oil exploration in the Ecuadorian coast as well as in the Amazon region [16,17].

The first oil well was drilled in the coastal region in 1911. The English company Anglo arrived in the country in 1922, and for 67 years exploited, commercialized and refined crude oil from the Santa Elena Peninsula. In 1937 Shell, which was working with Exxon, left Ecuador after closing some wells in the Amazon that were not productive [11,12]. In 1967 Texaco drilled the first commercial well in the Amazon. In the following years, the major infrastructure works were the SOTE Trans Ecuadorian Oil Pipeline System and the Via Coca. Until 1990 Texaco extracted 88% of the total national oil production and operated the pipeline. It drilled 399 wells and built 22 drilling stations [18].

The Texaco company discovered oil in Lago Agrio in 1967, beginning the era known as the "oil boom", a time that changed Ecuador forever. From then on, Ecuador's oil industry began to gain strength with well-known companies such as Gulf, Texaco, Occidental and Repsol among others. Texaco Petroleum Company operated as a monetary partner of Petroecuador until 1990, when the state-owned company took control of 100% of the operations of the CEPE-Texaco consortium [19,20].

Until 1971, thousands of hectares had been handed over to half a dozen oil companies, with almost no regulation, nor had contracts been signed with these companies. In this year Ecuador was governed by a military dictatorship, which with a nationalist spirit decided to enter OPEC, in effect, on June 23, 1972 the Ecuadorian State Oil Corporation CEPE was created and the first export was on August 17, 1972 with 308,238 barrels at USD. 2.34 per barrel, from the Port of Balao in Esmeraldas. The Hydrocarbons Law was put into effect, and royalties for the state were increased [11,21]. It was established that oil contracts could last a maximum of 20 years and their extension was set at 200,000 hectares, with which the companies returned 80% of their concessions that were originally granted for 50 years. In September 1989 PETROECUADOR was created to replace CEPE and a Holding Company was formed, i.e., a parent company and six Subsidiaries: three permanent: PETROPRODUCCION, PETROINDUSTRIAL and PETROCOMERCIAL; and three temporary: PETROPENINSULA, PETROAMAZONAS and PETROTRANSPORTE [10,22].

Since 1982, due to pressures from multilateral organizations and the companies themselves, oil policy has been turned towards opening up to transnationals. In 1993, by decision of the government of Sixto Durán Ballén, Ecuador withdrew from OPEC and rejoined in 2007–2008. From

1985 to 1996 there have been 8 oil rounds that occupy an area of approximately 4.2 million hectares of which almost 3.6 million correspond to the 13 million hectares that make up the Ecuadorian Amazon, which in turn represents 46% of the national territory. The ninth round took place in 2002 where the fields on the coast were put out to bid, excluding those in the Amazon [19,23]. By the end of 2002, the Heavy Crude Oil Pipeline (OCP) was completed as part of the strategy to expand the oil frontier. In 2003 the government announced the tenth oil round for the concession of areas in the territories of Napo, Pastaza and Zamora Chinchipe, in addition to the continuation of the ITT project (Ishpingo, Tambococha, Tiputini), which is located in the Yasuní National Park and the Cuyabeno Fauna Reserve [10,20].

In 2006, the state declared the expiration of the exploitation contract of block 15 that the state had with Occidental. In that year record crude oil prices were reached worldwide. At the beginning of 2007 the new government announced the construction of a new refinery in the province of Manabí with a refining capacity of 300,000 barrels per day [24,25]. This year also saw the beginning of the exchange of crude for derivatives with Venezuela (around 1.5 – 1.6 barrels of Ecuadorian crude for 1 barrel of Venezuelan derivatives). In this same year oil contracts were renegotiated with the Spanish–Argentine Repsol, the French Perenco, the Brazilian Petrobras, the Chinese Andes Petroleum and the US capital company based in Panama, City Oriente. In spite of the initial proposal published by presidential decree, which stated that Ecuador would negotiate a 99% profit compared to the 1% differential price set in the concession contract, the final agreement was to change the nature of the contract from crude oil owned by the companies to a service provision contract, in which the state pays for the extraction of crude after the presentation of invoices, in addition to submitting eventual divergences to a mediation center in Chile [23,24].

3. Current situation of the oil industry in Ecuador

EP Petroecuador's production in the fourth quarter of 2022 was 35.29 million barrels, with an average daily production of 383.64 thousand barrels, higher by 0.7% and 21.6% compared to the previous quarter and fourth quarter of 2021, respectively. The production of the public company EP Petroecuador represents 78.1% of the total average daily production for the period October–December 2022; while 21.9% corresponds to private companies [12,25].

The increase in EP Petroecuador's production in the fourth quarter of 2022 compared to the third quarter of the same year was due to the fact that the public company has made operational improvements in the extraction of crude oil; while the increase compared to the fourth quarter of 2021 was due to the fact that in the month of December 2021 EP Petroecuador stopped the transportation of crude oil through the Trans Ecuadorian Oil Pipeline System (SOTE) and the Heavy Crude Oil Pipeline (OCP), due to the risk faced by the oil infrastructure as a result of the advance of erosion in the Piedra Fina river in the province of Napo [22,23]. EP Petroecuador's annual production was 136.92 million barrels, equal to an average daily production of 375.12 thousand barrels, with an increase in average daily production of 0.7% with respect to 2021 and 1.7% lower than in 2020 [25,26].

The increase in production of EP Petroecuador, in 2022, was due to the efforts of the public company to increase production; thus, since April the production of the first well in the Ishpingo field began, which maintains an approximate production of 2,500 barrels per day. In July there were positive results in the Pucuna 19H well, belonging to the Pucuna field, which has an average production of 2,100 barrels per day, in October production increased in Blocks 43–ITT3, the Auca field and in the Shushufindi field. In the fourth quarter of 2022, private companies recorded

production of 9.87 million barrels per day. 9.87 million barrels, averaging 107.33 thousand barrels per day. This production was 0.9% lower than in the previous quarter and 22.2% higher than in the fourth quarter of 2022. 22.2% compared to the fourth quarter of 2021 [20,21,26].

The quarterly reduction in production was due to the fact that, in the fourth quarter of 2022, some private companies had to suspend their activities due to well workovers; while the increase with respect to the fourth quarter of 2021 was due to the aforementioned pipeline shutdowns. In annual values, in 2022 private companies had a production of 38.63 million barrels, with an average of 105.83 thousand barrels per day, registering an increase in average daily production of 5.5% compared to 2021 and higher by 8.2% compared to 2020 [11,21,24].

From October to December 2022, the country's oil exports amounted to 31.38 million barrels, equivalent to USD 2,328.80 million, valued at a quarterly average price of USD 74.22 per barrel. Quarterly crude oil exports, with respect to the previous quarter, showed an increase in volume (9.8%) and a decrease in both value (1.1%) and price (9.9%) [1–3,27,28]. On the other hand, with respect to the fourth quarter of 2021, exports were higher in volume (31.2%), value (38.8%) and price (5.8%). In annual values, in the course of 2022 oil exports were equal to 116.66 million barrels, for a value of USD 10,013.12 million, at an annual average price of USD 85.83 per barrel, lower in volume (0.7%), higher in value (37.6%) and price (38.5%) than those marketed during 2021 [29–31].

3. Challenges

Operational efficiency. To improve operational efficiency in this industry and increase productivity and profitability, it is necessary to optimize processes and reduce downtime, which can be achieved by implementing well-defined processes and intelligent technological solutions that allow the use of real-time data to monitor and predict possible machinery failures. In other words, it is necessary to provide equipment with optimal maintenance that does not involve unplanned downtime. **Cost reduction.** By reducing costs in an industry where prices are so volatile and difficult to predict, oil companies would strengthen their market position and combat the current challenges in this sector. To achieve this, it is essential to have strategic allies or technological solutions that optimize energy management, automate repetitive tasks, use advanced algorithms, among other functions that minimize unnecessary costs.

Comprehensive safety. Accidents at oil facilities can have catastrophic consequences for both personnel and the environment. For this reason, it is important to ensure the safety of people and the ecosystem during all stages of the oil production process by implementing solutions that enable real-time data monitoring and analysis to identify potential safety issues and risks in a timely manner. **Data-driven decision making.** With the help of digital solutions that facilitate the collection and analysis of data on the equipment used in the oil industry, it is possible to obtain valuable information that helps us make strategic and operational decisions with greater clarity in order to optimize processes, streamline costs and improve safety levels in oil facilities.

Software development: key to industry growth. To meet the challenges facing the oil industry today, it is important that you consider the adoption and integration of custom software development. With the help of a custom software development service, you will be able to automate repetitive tasks to increase process efficiency and reduce unnecessary costs; improve the real-time monitoring strategy of your equipment and processes; and improve or support your decision making by immediately obtaining valuable information.

Improving production processes Meeting the needs of the crude oil market requires experts to help streamline the process. Oil and gas companies are constantly searching for methods to optimize resources, reduce costs and increase production efficiency, without neglecting product quality. Hydrocarbon production involves long working days, handling heavy equipment, working outdoors in difficult terrain, and all of this implies the possibility that something could go wrong. Hence the importance of specialists in the field contributing to the improvement of safety protocols, risk prevention and the development of action plans in the event of a crisis.

Reaching complicated deposits: As existing sources are exploited; it is necessary to look for new ones at greater depths. It is very common for these deposits to be difficult to access, which is why it is essential to discover and apply new technologies to obtain more product, even in places that seem unreachable. Responsible production: The ecological issue also concerns this industry, which demands the help of experts who contribute to the implementation of green technologies to improve both the extraction processes and the reduction of environmental impact.

4. Conclusions

In Ecuador, oil is exploited in two areas: in the Santa Elena peninsula and in the Ecuadorian Amazon. Historian Jenny Estrada, in her book *Ancón*, points out that the oil in the peninsula was known before the arrival of the Spaniards to these coasts. The natives called it *copey* or *copé*. Later these deposits were exploited primitively and the production was exported to Peru for the manufacture of pitch. Father Juan de Velasco, in his *History of the Kingdom of Quito*, reports that in the towns of Chanduy and Chongón, in the province of Santa Elena, there were various natural perennial springs of tar and tar, which were used to caulk the ships.

Since the 1950s, oil has become the world's leading source of energy, supplying more than 30% of the world's energy needs. It is also the main raw material for transportation fuels (cars, trucks, airplanes). It is also an irreplaceable raw material for the petrochemical industry, as it is required as raw material to produce a large number of everyday products such as plastic, paints, dyes, cosmetics, among others. Additionally, oil is one of the most important natural resources in the world, due to its industrialized use. For this reason, it is called "black gold". Moreover, it is a great energy generator and the world economy evolves with energy. This hydrocarbon contributes about 2.5% of the world's Gross Domestic Product. However, only a small portion of oil and gas emerges from the earth by natural causes, therefore, petroleum engineering intervenes, developing and employing diverse methods to extract this precious resource. Bearing in mind that it is a fossil fuel whose reserves are limited on a planetary scale.

Author contributions: The authors participated in all sections of the document.

Financing: The study was financed within the project Determination of water quality in aquifers and its associated risks in oil producing areas of the northern Amazon of Ecuador.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

References

1. Barragan, V.A.; Aveiga, I.; Trueba, G. Microbial community composition in petroleum-contaminated and uncontaminated soil from Francisco de Orellana, in the northern Ecuadorian Amazon. *Int. Microbiol.* **2008**, *11*, 121–126, doi:10.2436/20.1501.01.51 WE – Science Citation Index Expanded).
2. Wingfield, S.; Martínez-Moscoso, A.; Quiroga, D.; Ochoa-Herrera, V. Challenges to Water Management in Ecuador: Legal Authorization, Quality Parameters, and Socio-Political Responses. *Water* **2021**, *13*.
3. Muniz, P.; Danulat, E.; Yannicelli, B.; Garcia-Alonso, J.; Medina, G.; Bicego, M.C. Assessment of contamination by heavy metals and petroleum hydrocarbons in sediments of Montevideo Harbour

- (Uruguay). *Environ. Int.* **2004**, *29*, 1019–1028, doi:10.1016/S0160-4120(03)00096-5 WE – Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED).
4. Kirsch, S. Scientific Ghostwriting in the Amazon? The Role of Experts in the Lawsuit against Chevron in Ecuador. *Comp. Stud. Soc. Hist.* **2022**, *64*, 335–362, doi:10.1017/S0010417522000020 WE – Social Science Citation Index (SSCI) WE – Arts & Humanities Citation Index (A&H/C).
 5. Lourdes, R.S.; Cheng, S.Y.; Chew, K.W.; Ma, Z.; Show, P.L. Prospects of microbial enhanced oil recovery: Mechanisms and environmental sustainability. *Sustain. Energy Technol. Assessments* **2022**, *53*, 102527, doi:https://doi.org/10.1016/j.seta.2022.102527.
 6. Lessmann, J.; Fajardo, J.; Muñoz, J.; Bonaccorso, E. Large expansion of oil industry in the Ecuadorian Amazon: biodiversity vulnerability and conservation alternatives. *Ecol. Evol.* **2016**, *6*, 4997–5012, doi:10.1002/ece3.2099.
 7. Vélez-Torres, I.; Méndez, F. Slow violence in mining and crude oil extractive frontiers: The overlooked resource curse in the Colombian internal armed conflict. *Extr. Ind. Soc.* **2021**, 101017, doi:https://doi.org/10.1016/j.exis.2021.101017.
 8. Rahman, M.; Rima, S.A.; Saha, S.K.; Saima, J.; Hossain, M.S.; Tanni, T.N.; Bakar, M.A.; Siddique, M.A.M. Pollution evaluation and health risk assessment of heavy metals in the surface water of a remote island Nijhum Dweep, northern Bay of Bengal. *Environ. Nanotechnology, Monit. Manag.* **2022**, *18*, 100706, doi:10.1016/j.enmm.2022.100706.
 9. Opiso, E.M.; Tabelin, C.B.; Maestre, C. V; Aseniero, J.P.J.; Park, I.; Villacorte-Tabelin, M. Synthesis and characterization of coal fly ash and palm oil fuel ash modified artisanal and small-scale gold mine (ASGM) tailings based geopolymer using sugar mill lime sludge as Ca-based activator. *Heliyon* **2021**, *7*, e06654, doi:https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06654.
 10. Yáñez Escobar, A.H. Afectación del Sistema de Vida de las Poblaciones Amazónicas Provocada por la Industria Petrolera: Una Aplicación en Dayuma 2016.
 11. Bonifaz, L.A.H.; Sañay, F.R.M.; Escobar, D.M.G.; López, R.C.C. La gestión de procesos en la industria: El caso de la industria petrolera. *Polo del Conoc. Rev. científico-profesional* **2020**, *5*, 395–411.
 12. Villena Carrasco, C.L.; Yépez Cruz, E.F. Análisis de la gestión organizacional para la aplicación de la Matriz Productiva en las organizaciones del sector metalmeccánico proveedoras de la industria petrolera 2016.
 13. Muñoz Barriga, A. Percepciones de la gestión del turismo en dos reservas de biosfera ecuatorianas: Galápagos y Sumaco. *Investig. Geográficas, Boletín del Inst. Geogr.* **2017**, *2017*, 110–125, doi:https://doi.org/10.14350/rig.47805.
 14. Fontaine, G. Sobre bonanzas y dependencia Petróleo y enfermedad holandesa en el Ecuador. *Iconos. Rev. Ciencias Soc.* **2002**, 102–110.
 15. Fontaine, G. Los conflictos ambientales por petróleo y la crisis de gobernanza ambiental en el Ecuador. *Boletín ECOS* **2009**, *6*, 1–7.
 16. Visscher, A.M.; Vanek, S.; Meza, K.; de Goede, R.G.M.; Valverde, A.A.; Ccanto, R.; Olivera, E.; Scurrah, M.; Fonte, S.J. Eucalyptus and alder field margins differ in their impact on ecosystem services and biodiversity within cropping fields of the Peruvian Andes. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2020**, *303*, 107107, doi:https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107107.
 17. Castillo, L.S.; Correa Ayram, C.A.; Matallana Tobón, C.L.; Corzo, G.; Areiza, A.; González-M., R.; Serrano, F.; Chalán Briceño, L.; Sánchez Puertas, F.; More, A.; et al. Connectivity of Protected Areas: Effect of Human Pressure and Subnational Contributions in the Ecoregions of Tropical Andean Countries. *Land* **2020**, *9*.
 18. Fontaine, G. Microconflictos Ambientales y crisis de gobernabilidad en la Amazonía Ecuatoriana.
 19. Moreno Vallejo, C.A. Impactos de la actividad petrolera en la Amazonía Ecuatoriana, Tesis de posgrado, Universidad San Francisco de Quito (USFQ), Quito – Ecuador, 17 de mayo de 2017.
 20. Aguirre-Saula, C.; Pabón-Salazar, D.; De-Marchi, M.; Codato, D. Información Geográfica Voluntaria para la Detección de Impactos Socioambientales de la Actividad Petrolera en la Amazonía Ecuatoriana. *Universidad-Verdad* **2021**, 30–47.
 21. Varea, A.; Ortiz, P. *Marea negra en la Amazonía: conflictos socioambientales vinculados a la actividad petrolera en el Ecuador*, Editorial Abya Yala, 1995; ISBN 997804146X.
 22. Fontaine, G. Gobernanza energética, renta petrolera y conflictos en el Ecuador. **2007**.
 23. Llanes Suárez, H. Estado y política petrolera en el Ecuador. **2004**.
 24. Domínguez Pazmiño, J.L. Recomendaciones de política para reducir el impacto al medio ambiente de la actividad petrolera en el Ecuador 2010.
 25. Pérez Naranjo, C.G.; Maurice, L.; Ochoa-Herrera, V. de L.; López, F.; Egas, D.A.; Lagane, C.; Besson, P. Determinación de elementos mayores en sedimentos provenientes de zonas afectadas por actividades petroleras en Ecuador. *ACI Av. en Ciencias e Ing.* **2015**, *7*,

- doi:10.18272/aci.v7i2.271.
26. Cajamarca Carrasco, D.I.; Paredes Godoy, M.M.; Cabrera Escobar, J.O.; Guananga Díaz, N.I. La sostenibilidad del Parque Nacional Yasuní, un derecho privado del estado ecuatoriano al pueblo Waorani por la actividad petrolera. *Caribeña Ciencias Soc.* **2019**.
 27. Cuví, N.; Bejarano, M. Inhibition halos in the remediation of Amazon soils contaminated with petroleum. *Hist. CIENCIAS SAUDE-MANGUINHOS* **2015**, *22*, doi:10.1590/S0104-59702015000500009 WE – Arts & Humanities Citation Index (A&HCI).
 28. Millán, G.M.; Pablo-Romero, D.P.M.; Sánchez-Rivas, J. Oleotourism as a Sustainable Product: An Analysis of Its Demand in the South of Spain (Andalusia). *Sustain.* **2018**, *10*.
 29. Bozigar, M.; Gray, C.L.; Bilsborrow, R.E. Oil Extraction and Indigenous Livelihoods in the Northern Ecuadorian Amazon. *World Dev.* **2016**, *78*, 125–135, doi:10.1016/j.worlddev.2015.10.035.
 30. San Sebastián, M.; Karin Hurtig, A. Oil exploitation in the Amazon basin of Ecuador: a public health emergency. *Rev. Panam. salud pública* **2004**, *15*, 205–211.
 31. San Sebastián, M.; Hurtig, A.K. Oil development and health in the Amazon basin of Ecuador: the popular epidemiology process. *Soc. Sci. Med.* **2005**, *60*, 799–807.



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>