

CONCIENCIA DIGITAL

Cariva

WWW.CONCIENCIADIGITAL.ORG
WWW.CIENCIADIGITALEEDITORIAL.COM

Vol. 7 Num. 2
Estado del Arte



Abril - Junio 2024

REVISTA INDEXADA
EVALUADA POR PARES

ISSN: 2600-5859



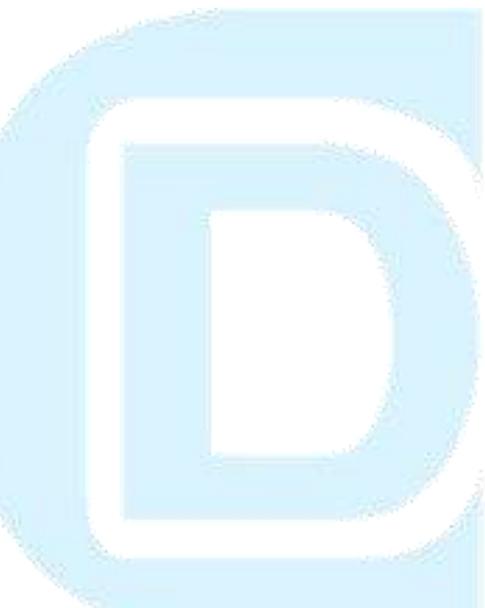
La revista Conciencia Digital se presenta como un medio de divulgación científica, se publica en soporte electrónico trimestralmente, abarca temas de carácter multidisciplinar.

ISSN: 2600-5859 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están constituidos por:

Tipos de artículos científicos:

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





EDITORIAL CIENCIA DIGITAL



Contacto: Conciencia Digital, Jardín Ambateño,
Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485 – (032)-511262

Publicación:

w: www.concienciadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

DrC. Efraín Velastegui López. PhD. ¹

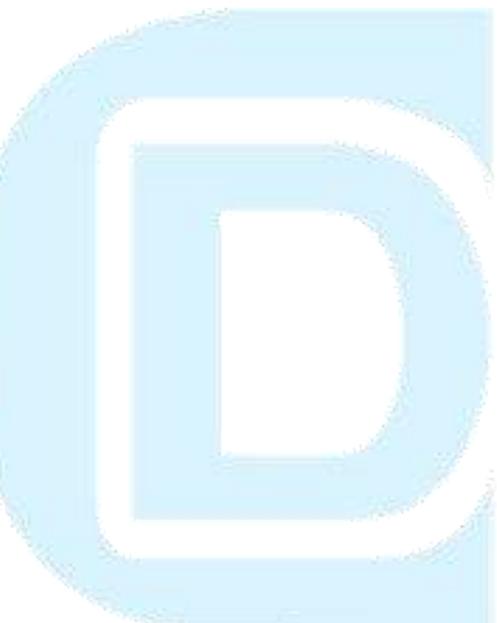
"Investigar es ver lo que todo el mundo ha visto, y pensar lo que nadie más ha pensado".

Albert Szent-Györgyi

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

PRÓLOGO

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



Índice

1. Propuesta de modelo matemático del rendimiento de mano de obra en porcelanato en pisos. Caso de estudio: ciudad de Cuenca

(Jorge Fabián Lucero Bonilla, Carlos Julio Calle Castro, Nayra Mendoza Enríquez)

06-27

2. Factores psicosociales que afectan a los trabajadores en una empresa procesadora de alimentos de Cuenca

(Amparo del Rocío Loayza Romero, Diego Paul Andrade Campoverde, Ángel Giovanni Quinde Alvear)

28-43

3. Análisis jurídico para el planteamiento de reforma a la disposición que regula el delito de abuso sexual en la legislación penal ecuatoriana

(Lizeth Verónica Soto Palacios, Diego Fernando Trelles Vicuña)

44-66

4. Integración de sistemas de gestión en la industria metalmecánica

(Marco Benito Reinoso AVECILLAS, Manuel Humberto Juca Juca, Bolívar Francisco Condo Aguirre, Luis Eduardo Zambrano Heras)

67-90

5. Evaluación del impacto ambiental de los residuos de los equipos de protección industrial: una revisión sistemática del arte postpandemia

(Edison Miguel Verdezoto Espinoza, Dayana Andrea Chilibingua Guerra, Leicer Iván Enriquez Illanes, Javier Fernando Vallejo Tixi)

91-107

6. Evaluación de impacto ambiental de las tecnologías sanitarias: estado del arte y perspectivas de futuro

(Myrian Alicia Moyón Moyón, Marcelo Isaías Martínez Pilco, Wendy Michelle Merino Hurtado, Adriana Alejandra Samaniego Vizcaíno)

108-125

7. Impacto ambiental de los procesos industriales de mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos mediante métodos innovadores: revisión del estado del arte

(Luis Stalin López Telenchana, Cynthia Magali Estrada Hernández,
Marcus Damiano Jurado Robayo, Gerardina Rosario Valdez Muñoz)

126-140

8. Estado del arte de la prospectiva del uso de baterías de iones de litio en autos híbridos: evaluaciones ambientales y desarrollo industrial sostenible en Latinoamérica

(Carmen del Rocio Moyón Moyón, Lizeth Alejandra Gavilanes Yunga,
Luis Ángel Huilca Modumba, Juan Diego Lema Rodríguez)

141-155

9. Adaptaciones curriculares para la inclusión de estudiantes con discapacidad a la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte

(Mauro Toledo Cueva, Carlos Estuardo Velarde Bermeo, Lenin Esteban Loaliza Dávila, Maqueira Caraballo Giceya de la Caridad)

156-177

10. Análisis multitemporal de la dinámica de cobertura/uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas

(Jesmar Jandry Corozo Hurtado, Patricio Alejandro Merino Córdova,
Byron Fabricio Estupiñán Cox, Joel Darvin Velasco Quiñónez)

178-195



Propuesta de modelo matemático del rendimiento de mano de obra en porcelanato en pisos. Caso de estudio: ciudad de Cuenca

Proposal for a mathematical model of labor performance in porcelain floors. Study case: Cuenca city

- ¹ Jorge Fabián Lucero Bonilla  <https://orcid.org/0009-0001-6891-8606>
Maestría en Construcción con mención en Administración de la construcción, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
jorge.lucero.01@est.ucacue.edu.ec
- ² Carlos Julio Calle Castro  <https://orcid.org/0000-0002-6891-0030>
Maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
cjcallec@ucacue.edu.ec
- ³ Nayra Mendoza Enríquez  <https://orcid.org/0000-0002-6673-2306>
Cotutor de la maestría en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
nayra.mendoza@ug.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/01/2024

Revisado: 18/02/2024

Aceptado: 04/03/2024

Publicado: 05/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2969>

Cítese: Lucero Bonilla, J. F., Calle Castro, C. J., & Mendoza Enríquez, N. (2024). Propuesta de modelo matemático del rendimiento de mano de obra en porcelanato en pisos. Caso de estudio: ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 7(2), 6-27.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2969>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras**claves:**

Rendimiento,
Mano de obra,
Modelo
matemático,
Regresión
lineal,
Porcelanato

Keywords:

Yield, Labor,
Mathematical
model, Linear
regression,
Porcelain tile,
Porcelain tiles

Resumen

Introducción. El rendimiento de mano de obra en la actividad de colocación de porcelanato en piso es clave para una eficiente planificación de proyectos constructivos. Sin embargo, aún hoy, la planificación de este rendimiento no se realiza de manera técnica y se asume la linealidad en los resultados, sin considerar la variabilidad de este rendimiento en función de factores externos e internos de los obreros. **Objetivo.** Proponer un modelo matemático para predecir el rendimiento de la mano de obra en la instalación de porcelanato en pisos en la ciudad de Cuenca, específicamente en la parroquia Machángara. **Metodología.** Se realizó una revisión de la literatura relacionada con los factores que influyen en el rendimiento de los obreros en esta actividad. A partir de esta información, se diseñó una ficha de observación que incluyó 6 variables y 35 indicadores relevantes. Se aplicó una metodología descriptiva de tipo correlacional con enfoque cuantitativo, recolectando datos de una muestra de 5 edificaciones en fase de colocación de porcelanato. **Resultados.** Los resultados, analizados estadísticamente, revelaron una eficacia del 98% del modelo propuesto en relación con el rendimiento real de los trabajadores. Además, se evidenció que, en Machángara, los rendimientos de los obreros se sitúan por debajo del estándar teórico proporcionado por el GAD de Cuenca. **Conclusión.** Se concluye que los modelos matemáticos basados en los factores estudiados son capaces de predecir con precisión el rendimiento de los obreros, lo que puede mejorar las predicciones y tiempos de ejecución de los gestores de obra.

Abstract

Introduction. The labor performance in the activity of porcelain tile floor tile installation is key for an efficient planning of construction projects. However, even today, the planning of this performance is not carried out in a technical way and linearity is assumed in the results, without considering the variability of this performance as a function of external and internal factors of the workers. **Objective.** To propose a mathematical model to predict the labor performance in the installation of porcelain tile floors in the city of Cuenca, specifically in the Machángara parish. **Methodology.** A review of the literature related to the factors that influence the performance of workers in this activity was carried

out. Based on this information, an observation sheet was designed that included 6 variables and 35 relevant indicators. A descriptive methodology of a correlational type with a quantitative approach was applied, collecting data from a sample of 5 buildings in the porcelain tile installation phase. **Results.** The results, analyzed statistically, revealed an efficiency of 98% of the proposed model in relation to the actual performance of the workers. In addition, it was evidenced that, in Machángara, the workers' performance is below the theoretical standard provided by the GAD of Cuenca. **Conclusion.** It is concluded that the mathematical models based on the factors studied are capable of accurately predicting the performance of the workers, which can improve the predictions and execution times of the site managers.

Introducción

A La industria de la construcción en Ecuador juega un papel importante en la economía del país, pues es un sector intensivo en mano de obra que atrae inversión extranjera directa y tiene un impacto significativo en los sectores de suministro de insumos y las instituciones financieras (Velástegui et al., 2022). En el futuro se prevé un aumento de la actividad constructora en este país, pero con un nuevo énfasis, que estará en la eficiencia, asegurando que los proyectos se ejecuten de la manera más óptima posible, esto significa maximizar la producción y minimizar el desperdicio de recursos como tiempo, dinero, mano de obra y materiales (Díaz et al., 2022). En el sector de la construcción, Ecuador continúa enfrentando diversos desafíos en organización, educación, gobierno y cultura que dificultan la implementación de enfoques eficientes, particularmente en términos de desempeño de la fuerza laboral, también conocido como Rendimiento de Mano de Obra o RMO (Fajardo y Quizhpe, 2021).

El RMO, se refiere al trabajo realizado por los trabajadores dentro de un período de tiempo específico, teniendo en cuenta los recursos utilizados, incluidos el tiempo, el esfuerzo y los materiales y esta medida es la base para la gestión de la construcción, ya que proporciona una forma de evaluar la efectividad y productividad de las actividades laborales en el lugar de trabajo (Manoharan et al., 2022). Comprender el desempeño laboral es un pilar para los gerentes de construcción y contratistas, ya que les permite planificar, asignar recursos y presupuestar de forma eficaz, al mismo tiempo, admite la optimización de los procesos de trabajo e identificar áreas de mejora, pueden tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia y la rentabilidad (Assaad et al., 2022).

A pesar de las ventajas anterior mencionado, la industria de la construcción en Ecuador se enfrenta constantemente a dificultades relacionadas con un bajo RMO de sus trabajadores. Este problema surge de una combinación de factores multifacéticos que incluyen el ambiente laboral, las condiciones y modalidades contractuales, consideraciones económicas, aspectos culturales, ambientales, entre otros (Santisteban y Silva, 2022). Estos elementos influyen en la capacidad del obrero para desempeñar sus tareas dentro del tiempo estipulado y dado que, la eficiencia del sistema productivo en la industria de la construcción está estrechamente ligada a sus recursos humanos, la falta de acciones o medidas relacionadas con el entorno laboral del trabajador para garantizar un rendimiento óptimo, representa un obstáculo significativo para alcanzar los objetivos del proyecto (Momade et al., 2023).

En la industria de la construcción, existe una estrategia común que se utiliza para pronosticar el desempeño esperado de un trabajador durante un proyecto. Esta estrategia se puede considerar como un RMO teórico, que mide la cantidad de trabajo (m^2) que se espera que realice dentro de un período de tiempo específico, generalmente por horas o por días, siguiendo los protocolos establecidos. Este valor teórico está determinado por organizaciones, sindicatos u organismos gubernamentales de cada país que se basan en el historial de desempeño de cada actividad de construcción disponible en su base de datos y en la experiencia de los profesionales en el campo (Hamza et al., 2022). Sin embargo, existen discrepancias entre la ejecución real de las obras y la información documentada en los expedientes técnicos, esto se debe a que el RMO real puede verse influenciada por varios factores específicos del proyecto, que pueden afectar la continuidad del rendimiento y dificulte la estimación inicial proporcionada por los directores de la obra (Aguilar et al., 2013; Van et al., 2021).

Una de las actividades constructivas mayormente afectadas por esta falta de continuidad en el RMO es la colocación de porcelanato, pues, si bien hay un estándar de rendimiento ecuatoriano determinado por la Industria Prefabricado de Hormigón ANDENCE que es de $30m^2/día$, la realidad es que, en muchas ocasiones no se logra obtener este rendimiento (Fajardo y Quizhpe, 2021). El porcelanato es un revestimiento para pisos y paredes, de bajo espesor (8 a 12mm), con extraordinarias presentaciones técnicas y variadas posibilidades decorativas, es una masa muy compacta con excelentes propiedades mecánicas y químicas, se cataloga como la evolución de los cerámicos esmaltados, pero más resistente, mucho más durable y con poca absorción, Se puede instalar en cualquier lugar, tanto interior como exterior (Herrera et al., 2023). La colocación de porcelanato implica una serie de procesos, que van desde la preparación de la superficie hasta el sellado de las juntas, utilizando adhesivos específicos. Cada paso requiere precisión y eficiencia, y cualquier perturbación, tanto interna como externa, puede afectar el rendimiento final. Por lo tanto, la actividad demanda una coordinación meticulosa y una gestión cuidadosa para garantizar resultados óptimos (Alves et al., 2023).

Una estrategia común que se emplea a menudo en el campo ecuatoriano para lograr resultados favorables en la instalación de porcelanato, es la supervisión constante brindada por la persona a cargo. Esto asegura que se siguen minuciosamente los procedimientos de preparación y fabricación de los materiales, de acuerdo con su lugar de origen. Además, normalmente se designa a un inspector con el poder de rechazar materiales de mala calidad o detener el proyecto si se considera necesario. Sin embargo, supervisar esta actividad es sólo un aspecto a considerar. Actualmente, existen factores adicionales que pueden impactar el desempeño de los trabajadores, los cuales no son comúnmente utilizados en el ámbito profesional y organizacional para garantizar un desempeño óptimo (Guzmán, 2012; Salgado, 2016).

Un experto del sector que profundiza en los factores que impactan en el desempeño laboral es Luis Fernando Botero a través de su trabajo, "Análisis del desempeño y consumo de mano de obra en las actividades de construcción", que proporciona información valiosa en esta área. El autor destaca la presencia de 7 factores que conviene tener en cuenta. El primer factor a considerar es el estado general de la economía, esto incluye factores como la disponibilidad de trabajadores calificados, supervisores experimentados y materiales esenciales necesarios para el proyecto de construcción. Otro factor importante a considerar son los aspectos laborales, que abarcan diversos elementos como condiciones laborales, horarios, descansos, incentivos y más. El tercero son los factores climáticos como la temperatura, las condiciones del suelo y la posibilidad de trabajar a cubierto, que pueden afectar el desempeño de los trabajadores.

El cuarto factor tiene que ver con la actividad en sí, incluidas sus características únicas, como la complejidad, los tiempos de ejecución, los recursos disponibles y el entorno de trabajo general. Aquí hay un resumen del equipo necesario para hacer bien el trabajo: las herramientas y el equipo adecuados, mantenerlos en buenas condiciones, mantenimiento regular, garantizar un suministro oportuno y usar equipo de protección personal para priorizar la seguridad. La supervisión desempeña un papel crucial para garantizar que las actividades de construcción se lleven a cabo con la máxima eficiencia y eficacia. Implica contar con supervisores experimentados que posean las habilidades necesarias para guiar y controlar el proceso. Finalmente, las condiciones del trabajador son factores cruciales que impactan directamente en su desempeño en el trabajo. Estas condiciones abarcan aspectos como la formación, la experiencia, la motivación y las condiciones laborales (Botero, 2021).

Basándonos en lo expuesto en este apartado, el objetivo de esta investigación es proponer un modelo matemático que facilite la predicción del rendimiento de la mano de obra en la actividad de colocación de porcelanato en pisos en la ciudad de Cuenca, Ecuador, específicamente en la parroquia Machángara. Esta propuesta tiene como finalidad proporcionar a los gestores de obras de este sector una herramienta para planificar los

tiempos de ejecución de sus proyectos en función del rendimiento de mano de obra esperado, considerando los diversos factores relacionados con la actividad de instalación de porcelanato.

En la primera etapa de la investigación, se identifican los factores que pueden influir en el RMO en la actividad de colocación de porcelanato, basándose en la revisión bibliográfica. Luego, se elabora una ficha de observación, la cual se aplica en diversas obras en Machángara para evaluar estos factores junto con el rendimiento real de los obreros. Posteriormente, los datos recopilados se analizan utilizando un programa estadístico para determinar la influencia de estos factores en el rendimiento de los trabajadores y así desarrollar el modelo matemático.

En la segunda etapa, se aplica el modelo matemático en un conjunto de 5 obras en Machángara para comparar el rendimiento promedio calculado con el rendimiento real de los trabajadores. Además, se emplea el rendimiento teórico o estándar proporcionado por el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) municipal de la ciudad de Cuenca para verificar posibles variaciones en comparación con el estándar utilizado en la ciudad.

Metodología

El enfoque metodológico de este estudio se centra en un análisis correlacional-descriptivo. Su objetivo es examinar cómo una variedad de factores, tanto internos como externos, pueden afectar el rendimiento de los obreros durante la colocación de porcelanato, un proceso con una secuencia definida que incluye la limpieza del área de trabajo, la aplicación de aditivos ligantes, la preparación del mortero, el asentamiento de las piezas de porcelanato, la nivelación y el uso de separadores o crucetas. A través de esta metodología, se buscó describir los resultados significativos de estas relaciones para identificar los factores más influyentes en esta actividad.

El universo de investigación comprendió las obras de construcción de 1 y 2 pisos registradas en el GAD de Cuenca en el momento de llevar a cabo este estudio. La población objetivo se limitó a las obras en ejecución en la parroquia Machángara. Dado que la mayoría de estas obras ya habían completado la fase de colocación de porcelanato en pisos al momento de la recopilación de datos, se optó por realizar un muestreo no probabilístico, específicamente un muestreo por conveniencia. Esto implicó seleccionar 5 edificaciones que estaban en la etapa de colocación de porcelanato durante el período de recolección de datos, representando así la muestra para el estudio. A continuación, se mencionan las características de las obras y las cuadrillas que se usaron en la investigación.

Tabla 1

Variables independientes e indicadores

Edificación	Tipo	Cuadrilla	Obreros	Estructura ocupacional	Sueldo por día da cada maestro
E1	Dos pisos	Cuadrilla 1 (C1)	3 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 2 (C2)	2 oficiales	E2	22 dólares
		Cuadrilla 1 (C1)	3 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 2 (C2)	2 oficiales	E2	22 dólares
E2	Dos pisos	Cuadrilla 1 (C1)	3 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 2 (C2)	2 oficiales	E2	22 dólares
		Cuadrilla 1 (C1)	3 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 2 (C2)	2 oficiales	E2	22 dólares
E3	Dos pisos	Cuadrilla 1 (C1)	3 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 2 (C2)	2 oficiales	E2	22 dólares
		Cuadrilla 1 (C1)	3 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 2 (C2)	2 oficiales	E2	22 dólares
E4	Un piso	Cuadrilla 1 (C1)	3 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 1 (C1)	2 oficiales	E2	22 dólares
E5	Un piso	Cuadrilla 1 (C1)	2 maestros	C2	35 dólares
		Cuadrilla 1 (C1)	2 oficiales	E2	22 dólares

Para la recolección de los datos de los 39 obreros en las 5 obras mencionadas con anterioridad, se utilizó una ficha de observación que fue implementada en campo por el investigador. Esta ficha, se basó en las variables independientes e indicadores propuestos por Botero (2002), quien define el rendimiento como una conjunción multidimensional de condiciones: climáticas, actividad, equipamiento, supervisión y condiciones propias del trabajador. Estos factores, en su conjunto, pueden potenciar o reducir el rendimiento de un obrero, dependiendo de la naturaleza de sus tareas y del entorno laboral durante la recolección de datos. Las variables e indicadores se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Variables independientes e indicadores

Variable	Dimensiones	Indicadores y su equivalencia numérica				
		1	2	3	4	5
Clima	Tiempo	Tormenta	Aguacero	Llovizna	Nublado	Despejado
	Temperatura	Muy Caluroso/MuyFrio		Caluroso/Frio		Fresco
	Suelo	Pantanoero	Charcos	Piso húmedo	Piso seco	Piso duro
	Cubierta	Sol		Normal		Sombra
	Dificultad	Difícil		Normal		Fácil
	Peligro	Peligrosa	Riesgosa	Normal	Moderado	Ningún peligro
	Interrupciones	≥ 1 hora	15≥60 min	5≥15 min	0≥5 min	Ninguna

Tabla 2

Variables independientes e indicadores (continuación)

Variable	Dimensiones	Indicadores y su equivalencia numérica				
		1	2	3	4	5
Actividad	Orden y aseo	Difícil acceso	Escombros	Transitable	Poca suciedad	Aseo total y orden
	Actividades precedentes	Repetir	Mucho resane	Poco resane	Aceptable	Perfecta
	Tipicidad	De 1 a 5	De 5 a 10	De 10 a 15	De 15 a 20	Más de 20
Equipamiento	Tajo (Espacio de trabajo)	Muy estrecho	Estrecho	Normal	Amplio	Muy amplio
	Herramienta	Inadecuada		Adecuada		Especial
	Equipo	Inadecuada		Adecuada		Especial
	Mantenimiento	Nulo		Aceptable		Bueno
Supervisión	Suministro	Nunca		A veces		Siempre
	Elemento de protección	Ninguno		Casi todos		Todos
	Dirección (criterios de aceptación)	Ninguno	Informales	Verbales	Verbales previos	Bajo escrito
Trabajador	Instrucción	Ninguna		Verbal - requerida		Documento requerido
	Seguimiento	Sin revisión		Revisión eventual		Siempre
	Supervisor (Maestro)	Malo		Regular		Bueno
Laborales	Aseguramiento de Calidad	No existe	Esfuerzos aislados	Inventoría	En proceso	Certificado ISO
	Situación personal	Neurótico	Triste	Normal	Buena	Excelente
	Ritmo de trabajo	Lento		Normal		Rápido
Laborales	Salud	Enfermo		Normal		Excelente
	Habilidad	Inexperto		Hábil		Experto
	Capacitación	Ninguna	Aprendiz	Requerida	Experto	Certificado
	Contrato	Administración				Subcontratación
	Sindicato	Si				No
Laborales	Incentivos	No				Si
	Salario	SMLV				≥SMLV

Nota. Esta tabla fue adaptada de Botero (2002). Elaborado por: Autores

Como se puede observar en la tabla 2, la operacionalización de las variables propuestas por Botero es cualitativa. Sin embargo, en esta investigación, el análisis de la información es cuantitativo. Por lo tanto, los indicadores han sido traducidos de términos cualitativos a números. Un ejemplo de este proceso se presenta en la tabla 3, donde los indicadores de la dimensión "Tiempo" han sido reemplazados por números del 1 al 5. En esta escala, el valor 1 representa la condición menos favorable, mientras que el valor 5 representa la condición más favorable de la dimensión.

Tabla 3

Variables independientes e indicadores

Variable	Dimensión	Indicadores	Transposición de términos
Clima	Tiempo	Tormenta	1
		Aguacero	2
		Llovizna	3
		Nublado	4
		Despejado	5

A continuación, en la tabla 4, se muestran los datos recolectados de los 39 obreros de las 5 obras analizadas, expresados sus indicadores de manera numérica en función de la tabla 2, asimismo se añade el rendimiento real obtenido al final del día. Es te rendimiento se calculó al dividir la cantidad de m² totales de porcelanato colocados en una jornada de 8 horas. Un ejemplo de esto es el rendimiento del obrero 1 (O1) que es un maestro albañil que colocó un total 1.6 m² de porcelanato al final del día, este valor se dividió para la jornada de 8 horas y dio un rendimiento total de 0.2 m²/hora. Este mismo procedimiento se siguió para los demás obreros.

Tabla 4

Ficha de recolección de datos

Edificación	Cuadrilla	Obrero	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Peligro	Continuidad	Orden y aso	Base de trabajo	Tipicidad	Tajo	Herramienta	Equipo	Mantenimiento	Suministro	Elemento de protección	Dirección	Instrucción	Seguimiento	Calif. Maestro	Aserg. Calidad	Sit. Personal	Cansancio	Habilidad	Conocimiento	Capacitación	Rendimiento real (m ² /hora)
E1	C1	O1	4	2	4	4	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2
		O2	3	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.18
		O3	4	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2
		O4	3	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.18
		O5	4	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2
	C2	O6	3	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.18
		O7	4	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2
		O8	3	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.18
		O9	4	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2
		O10	3	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.18
	C1	O11	4	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2
		O12	3	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.18
		O13	4	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2
		O14	3	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.18
		O15	4	2	4	5	3	3	3	3	5	5	5	3	3	2	3	1	3	2	2	3	2	4	3	4	3	2	0.2

Tabla 4

Ficha de recolección de datos (continuación)

Edificación	Cuadrilla	Obrero	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Peligro	Continuidad	Orden y aseo	Base de trabajo	Tipicidad	Tajo	Herramienta	Equipo	Mantenimiento	Suministro	Elemento de protección	Dirección	Instrucción	Seguimiento	Calif. Maestro	Aserg. Calidad	Sit. Personal	Cansancio	Habilidad	Conocimiento	Capacitación	Rendimiento real (m ² /hora)	
		O16	4	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0.13
		O17	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0.13
	C2	O18	4	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0.13
		O19	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0.13
		O20	4	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0.13
		O21	3	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0.13
		O22	4	3	3	4	3	2	4	4	4	4	4	3	3	3	4	2	3	3	3	4	3	3	3	3	3	3	3	0.13
	C1	O23	4	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.22
		O24	3	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.21
	E3	O25	4	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.22
		O26	3	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.21
		O27	4	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.22
	C2	O28	3	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.21
		O29	4	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.22
		O30	3	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.21
		O31	4	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.22
		O32	3	3	3	5	4	4	3	3	5	5	5	4	4	3	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	4	3	3	0.21
	E4	C1	O33	4	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	0.18
		O34	3	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	0.16
		O35	4	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	0.18
		O36	3	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	0.16
	E5	C1	O37	4	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	0.18
		O38	3	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	0.16
		O39	4	3	4	4	4	3	3	3	5	5	5	4	4	3	4	2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3	3	0.18

Los datos fueron sometidos a pruebas de normalidad para evaluar su distribución y determinar la técnica de tratamiento estadístico más adecuada. En este caso, el programa estadístico utiliza una prueba llamada Shapiro-Wilk para evaluar la distribución y homogeneidad de los datos. Calcula el P-Value, que tiene un umbral estandarizado de 0,05 y un criterio definido. Cualquier número por encima de este umbral indica una distribución normal, mientras que un número inferior sugiere que los datos no cumplen con los supuestos de normalidad.

Se realizó el análisis de Kruskal-Wallis para evaluar la presencia de una asociación significativa entre conjuntos de datos categóricos. Este análisis implica el cálculo del valor de chi-cuadrado (χ^2). Dentro de este contexto particular, los grados de libertad (gl) significan la cantidad de variables independientes que pueden modificarse sin afectar las restricciones predeterminadas del análisis. El nivel de significancia (p) es un umbral preestablecido que se utiliza para determinar si los hallazgos de un estudio son estadísticamente significativos o podrían atribuirse al azar.

Después del análisis, se emplea una regresión lineal, utilizando medidas de ajuste como el coeficiente de correlación lineal (R) y el coeficiente de determinación (R^2). Estas medidas representan la intensidad y la fracción de variabilidad aclarada por el modelo, respectivamente. Además, se emplean métricas como el Criterio de información de Akaike (AIC), el Criterio de información bayesiano (BIC) y la raíz del error cuadrático medio (RMSE) para evaluar la calidad del modelo. Estas métricas se minimizan para determinar la idoneidad y la capacidad predictiva del modelo para los datos analizados y continuar con el cálculo de los coeficientes del modelo.

Al calcular los coeficientes del modelo, se disciernen elementos cruciales, incluido el valor del estimador, que indica la relación entre las variables independientes y dependientes. El coeficiente EE mide la precisión de esta estimación, mientras que el coeficiente t evalúa si este número se desvía significativamente de cero. El coeficiente p proporciona una medida de la probabilidad de encontrar esta correlación si no existe una asociación verdadera entre las variables.

Una vez obtenidos los coeficientes se procede a derivar la fórmula general del modelo matemático mediante regresión lineal. La fórmula del modelo de regresión lineal se compone de la variable de interés (y) como la variable dependiente, y múltiples variables independientes (X_1, X_2, \dots, X_n). El término independiente (b_0) indica el valor esperado de y cuando todas las variables independientes son cero. Los coeficientes (b_1, b_2, \dots, b_n) miden el cambio en y por cada cambio unitario en las respectivas variables independientes, manteniendo constantes las demás. Cada coeficiente brinda información sobre la influencia específica de la variable independiente correspondiente en la variable dependiente y se presenta a continuación:

$$y = b_0 + b_1 * X_1 + b_2 * X_2 + \dots + b_n * X_n$$

Resultados

El análisis estadístico realizado mediante la prueba de Shapiro-Wilk arrojó resultados significativos, con un valor de p inferior a 0,001 para todas las variables evaluadas. Los resultados demuestran inequívocamente que los datos recopilados, relacionados con las

diferentes circunstancias de trabajo y parámetros de rendimiento en el contexto de la colocación de porcelanato, se desvían de una distribución normal.

Debido a la distribución no normal de los datos, se realizó un análisis de Kruskal-Wallis. Este análisis reveló disparidades sustanciales en el rendimiento en toda la actividad de colocación de porcelana en las distintas circunstancias de trabajo probadas. La prueba revela un resultado estadístico altamente significativo ($p < 0,001$) para todas las variables examinadas. Esto implica que al menos una de las circunstancias laborales evaluadas tiene una influencia sustancial en el desempeño de los trabajadores.

Como se observa en la tabla 5 las condiciones laborales como Tiempo, Temperatura, Suelo, Cubierta, Dificultad, Peligro, Continuidad, Orden y Aseo, Base de Trabajo, Tipicidad, Tajo, Herramienta, Equipo, Mantenimiento, Suministro, Elemento de Protección, Dirección, Instrucción, Seguimiento, Calif. Maestro, Aserg. Calidad, Sit. Personal, Cansancio, Habilidad, Conocimiento y Capacitación, todas muestran una variación significativa en su influencia en el rendimiento de los obreros en la colocación de porcelanato.

Tabla 5

Variables independientes e indicadores

Variable	χ^2	p
Tiempo	21.3	< .001
Temperatura	27.5	< .001
Suelo	38.0	< .001
Cubierta	23.9	< .001
Dificultad	27.9	< .001
Peligro	38.0	< .001
Continuidad	38.0	< .001
Orden y aseo	38.0	< .001
Base de trabajo	38.0	< .001
Tipicidad	38.0	< .001
Tajo	38.0	< .001
Herramienta	27.9	< .001
Equipo	27.9	< .001
Mantenimiento	27.5	< .001
Suministro	27.5	< .001
Elemento de protección	33.3	< .001
Dirección	38.0	< .001
Instrucción	33.3	< .001

Tabla 5
Variables independientes e indicadores (continuación)

Variable	χ^2	p
Seguimiento	33.3	< .001
Calif. Maestro	27.5	< .001
Aserg. Calidad	33.3	< .001
Sit. Personal	27.5	< .001
Cansancio	21.2	< .001
Habilidad	38.0	< .001
Conocimiento	38.0	< .001
Capacitación	27.5	< .001

Fuente: elaboración propia

Luego del análisis Kruskal-Wallis se procedió con la construcción del modelo matemático, a través de una regresión lineal múltiple de un factor (rendimiento) en la cual, se pudo identificar, mediante las medidas de ajuste del modelo que únicamente 5 factores que son: tiempo, temperatura, suelo, cubierta y dificultad pueden ser utilizados en el modelo, esto, debido a que las demás variables presentan un problema de singularidad o confusión en el modelo de regresión lineal. Este fenómeno sugiere una posible relación lineal o redundancia entre algunas variables predictoras, dificultando al modelo estimar con precisión los efectos de dichas variables sobre la variable dependiente, por lo cual, se descartaron.

Luego de realizar los ajustes necesarios, se construyó el modelo matemático utilizando los 5 factores especificados. Posteriormente se realizó una prueba de las medidas de ajuste del modelo. Los datos presentados en la tabla 6 demuestran claramente una correlación sólida ($R = 0,992$) entre las variables, lo que sugiere un vínculo confiable y significativo. El alto coeficiente de determinación ajustado ($R^2 = 0,981$) sugiere que alrededor del 98,1% de las fluctuaciones en la variable dependiente pueden explicarse por las variables independientes, lo que indica un fuerte ajuste del modelo. Los criterios AIC y BIC exhiben valores negativos muy cercanos a cero (-310 y -298 respectivamente), lo que indica un ajuste robusto del modelo. Además, las predicciones del modelo demuestran una precisión significativa, como lo demuestra el bajo valor del error cuadrático medio ($RMSE = 0,00380$).

Tabla 6
Medidas de ajuste del modelo

Modelo	R	R ² corregida	AIC	BIC	RMSE
1	0.992	0.981	-310	-298	0.00380

Después de verificar minuciosamente la exactitud y confiabilidad de los números utilizados, se procede a calcular los coeficientes del modelo. La Tabla 7 demuestra que el tiempo, la temperatura y el suelo poseen estimadores notables ($p < 0,001$), lo que sugiere un impacto sustancial en el rendimiento. Está claro que existe una correlación positiva entre el tiempo (Estimador = 0,01371) y el rendimiento, lo que indica que las condiciones climáticas del tiempo favorables dan como resultado un aumento en el rendimiento.

Por el contrario, existe una correlación negativa entre la temperatura (Estimador = -0,11182) y el suelo (Estimador = -0,04769) con el rendimiento, lo que indica que un aumento en la temperatura o el tipo de suelo está relacionado con una caída en la producción. Sin embargo, la variable "Cubierta" no parece ejercer un impacto sustancial ($p = 0,473$) en el desempeño, como lo demuestra su elevado valor p. Esto sugiere que no hay datos suficientes para respaldar la idea de que afecta genuinamente al desempeño. La variable "Dificultad" muestra un impacto notable y favorable (Estimador = 0,08912), lo que sugiere que una escalada en la dificultad está vinculada a un aumento en el rendimiento.

Tabla 7
Coefficientes del modelo - rendimiento

Predictor	Estimador	EE	t	p
Constante	0.30477	0.04462	6.830	< .001
Tiempo	0.01371	0.00135	10.194	< .001
Temperatura	-0.11182	0.00880	-12.713	< .001
Suelo	-0.04769	0.00477	-9.999	< .001
Cubierta	-0.00314	0.00433	-0.726	0.473
Dificultad	0.08912	0.00477	18.684	< .001

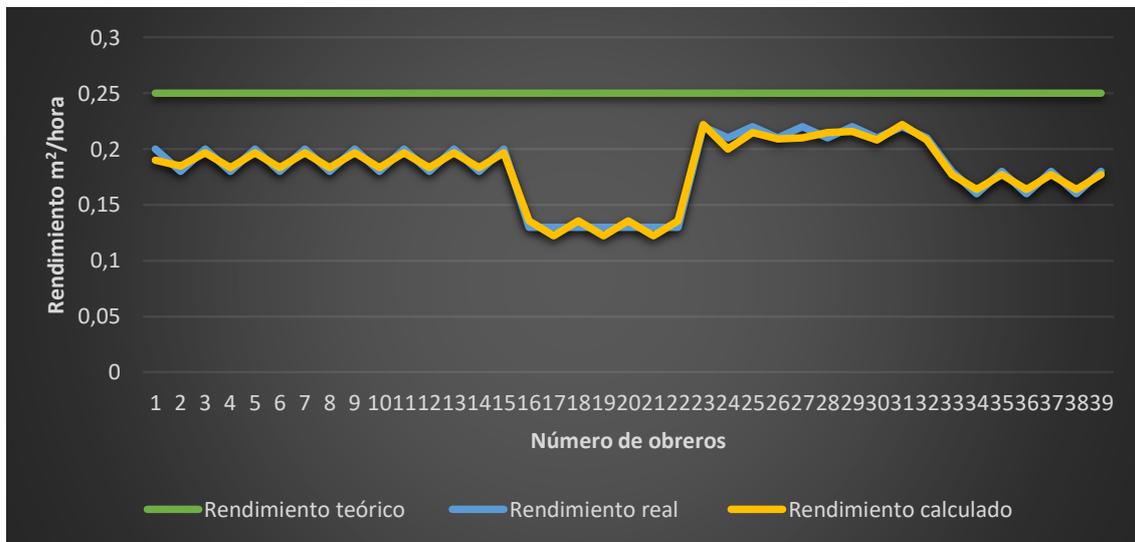
Con los coeficientes calculados ya se puede estimar la fórmula general del modelo, usando para ello los estimadores, dando como resultado la siguiente fórmula:

$$y = 0.30477 + 0.01371 * \text{Tiempo} - 0.11182 * \text{Temperatura} - 0.04769 * \text{Suelo} - 0.00314 * \text{Cubierta} + 0.08912 * \text{dificultad}$$

Para demostrar la efectividad del modelo para predecir el rendimiento dentro de la muestra de obras, se procede a calcular los rendimientos promedios con el modelo matemático y compararlos con el rendimiento real de los obreros. Asimismo, se incluye dentro de esta comparación el rendimiento teórico proporcionado por el GAD de Cuenca para la colocación de porcelanato que es de 0.25m²/hora.

Figura 1.

Comparación de rendimiento real, teórico y promedio calculado con el modelo matemático



Fuente: Elaboración propia

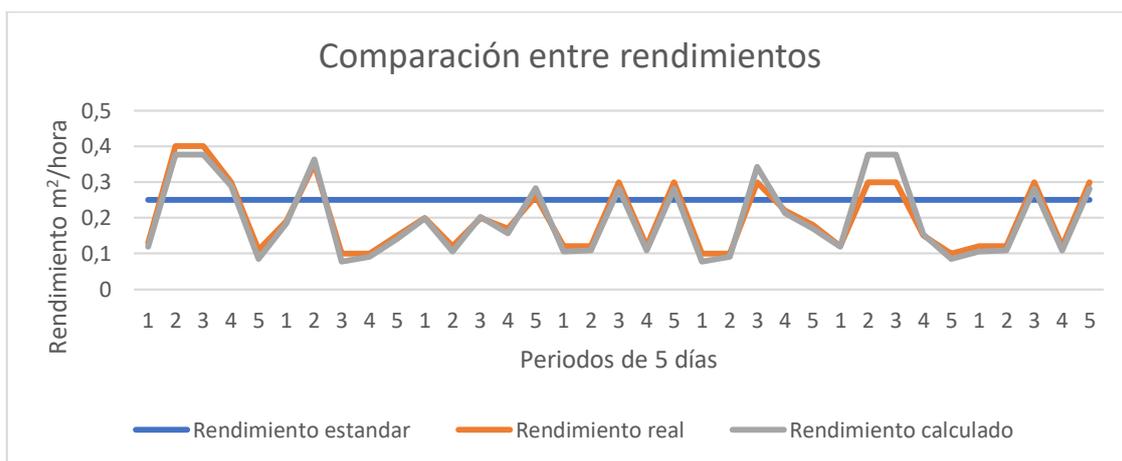
La comparación entre el rendimiento real y el rendimiento teórico, como se muestra en la figura 1, revela diferencias significativas. Durante la recolección de datos, la muestra de estudio en ningún momento alcanza los 0.25m²/hora y permanece consistentemente por debajo de este valor, con variaciones dependientes de cada obrero. Sin embargo, el modelo matemático demuestra una capacidad notable para aproximar el rendimiento real de la muestra con precisión, adaptándose eficazmente a las fluctuaciones observadas en función de los factores analizados.

Con el propósito de verificar la aplicabilidad y precisión del modelo matemático más allá de la muestra inicial utilizada para su desarrollo, se llevó a cabo una nueva recolección de datos en 5 obras en la etapa de colocación de cerámica. Se seleccionó aleatoriamente un obrero en cada obra para ser analizado durante 5 días laborables. Como se ilustra en la figura 2, en esta ocasión, los obreros lograron incluso superar el rendimiento teórico

establecido por el GAD de Cuenca, aunque este rendimiento fluctuó a lo largo de los días. Por otro lado, el modelo matemático demostró una capacidad precisa para predecir el rendimiento real de los obreros en función de los factores analizados, lo que le permitió adaptarse de manera efectiva a estas variaciones temporales.

Figura 2.

Comparación de rendimiento real, teórico y promedio calculado con el modelo matemático



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 8 se muestran los valores de tiempo, temperatura, tipo de suelo, condiciones de cubierta y nivel de dificultad experimentados por los obreros durante la recolección de datos. Además, se presentan el rendimiento estándar o teórico, el rendimiento real y el rendimiento promedio calculado mediante el modelo matemático.

Tabla 8

Comparación de rendimientos de las nuevas obras

Denominación	Día	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Rendimiento Estandar (m ² /hora)	Rendimiento real (m ² /hora)	Rendimiento calculado (m ² /hora)
Maestro 1	1	3	3	3	5	3	0,25	0,13	0,12
	2	2	1	2	5	3	0,25	0,4	0,38
	3	2	1	2	5	3	0,25	0,4	0,38

Tabla 8
Comparación de rendimientos de las nuevas obras (continuación)

Denominación	Día	Tiempo	Temperatura	Suelo	Cubierta	Dificultad	Rendimiento Estandar (m ² /hora)	Rendimiento real (m ² /hora)	Rendimiento calculado (m ² /hora)
Maestro 1	4	4	2	4	4	4	0,25	0,3	0,29
	5	4	3	4	5	3	0,25	0,11	0,09
Maestro 2	1	1	1	2	5	1	0,25	0,19	0,18
	2	1	1	2	5	3	0,25	0,35	0,36
	3	3	3	4	3	3	0,25	0,1	0,08
	4	4	3	4	3	3	0,25	0,1	0,09
	5	3	2	5	3	3	0,25	0,15	0,14
Maestro 3	1	2	1	2	5	1	0,25	0,2	0,20
	2	5	3	4	3	3	0,25	0,12	0,11
	3	4	2	4	3	3	0,25	0,2	0,20
	4	5	3	3	2	3	0,25	0,17	0,16
	5	5	3	4	3	5	0,25	0,26	0,28
Maestro 4	1	5	3	4	3	3	0,25	0,12	0,11
	2	5	1	5	1	1	0,25	0,12	0,11
	3	5	1	5	3	3	0,25	0,3	0,28
	4	5	1	5	1	1	0,25	0,12	0,11
	5	5	1	5	3	3	0,25	0,3	0,28
Maestro 5	1	3	3	4	3	3	0,25	0,1	0,08
	2	4	3	4	3	3	0,25	0,1	0,09
	3	3	1	3	5	3	0,25	0,3	0,34
	4	5	2	4	4	3	0,25	0,22	0,21
	5	5	2	5	3	3	0,25	0,18	0,17
Maestro 6	1	3	3	3	5	3	0,25	0,12	0,12
	2	2	1	2	5	3	0,25	0,3	0,38
	3	2	1	2	5	3	0,25	0,3	0,38
	4	5	3	3	3	3	0,25	0,15	0,15
	5	4	3	4	5	3	0,25	0,1	0,09
Maestro 7	1	5	3	4	3	3	0,25	0,12	0,11
	2	5	1	5	1	1	0,25	0,12	0,11
	3	5	1	5	3	3	0,25	0,3	0,28
	4	5	1	5	1	1	0,25	0,12	0,11
	5	5	1	5	3	3	0,25	0,3	0,28

Discusión

En relación con los factores que inciden en el rendimiento de la mano de obra en la colocación de porcelanato en pisos, se evidenció que todos los aspectos considerados en este estudio poseen la capacidad de influir en el rendimiento final. No obstante, no todos estos factores en conjunto son capaces de prever de manera precisa el rendimiento obtenido por un trabajador en esta actividad. Dentro del marco de esta investigación, se demostró que únicamente las variables climáticas y las relacionadas con la actividad misma tienen esta capacidad predictiva, particularmente aquellas asociadas al tiempo, la temperatura, las condiciones del suelo, la presencia de cubierta y la complejidad de la tarea.

A pesar de que el rendimiento teórico proporcionado por el Gobierno Autónomo Descentralizado municipal de la ciudad de Cuenca sirve como punto de referencia conceptual para la predicción del rendimiento de los obreros en la colocación de porcelanatos, se ha demostrado que, al menos en la parroquia Machángara, estos rendimientos exhiben una fluctuación constante. En la mayoría de los casos, los datos recopilados no logran alcanzar este rendimiento teórico establecido. Esta situación puede tener un impacto significativo en las planificaciones de los gestores de obra, ya que, si se basan en el rendimiento teórico para estimar el tiempo de finalización del proyecto, es probable que este plazo no se cumpla debido a las discrepancias entre las expectativas teóricas y la realidad observada en el terreno.

El rendimiento promedio calculado mediante el modelo matemático demostró ser eficaz en la predicción de las variaciones en el rendimiento de la mano de obra, particularmente en relación con las variables climáticas y las asociadas con la actividad en sí. Este hallazgo subraya la considerable aplicabilidad de la regresión lineal en el ámbito de la construcción. Los gestores de obra ahora tienen la capacidad de anticipar el rendimiento de los obreros basándose únicamente en las previsiones climáticas y el nivel de riesgo percibido por los trabajadores durante los meses de ejecución del proyecto. Esto les permite realizar planificaciones más precisas y evitar posibles incumplimientos de los plazos de entrega, al menos en lo que respecta a esta actividad constructiva específica.

Conclusiones

- El rendimiento real de los obreros en la actividad de colocación de porcelanato para pisos, difiere del rendimiento teórico del GAD de Cuenca en la Parroquia Machángara pues fluctúa con los días y en muchas se mantiene por debajo del rendimiento estándar.
- El modelo matemático basado en la aplicación de una regresión lineal logró una eficiencia del 98% para predecir el rendimiento real de los obreros en la

colocación de porcelanato, sin embargo, esta predicción se condiciona únicamente a factores de: tiempo, temperatura, suelo, cubierta y dificultad.

- Una limitación importante de esta investigación radica en el hecho de que se utilizaron únicamente las construcciones ubicadas en la parroquia Machángara de la ciudad de Cuenca como muestra. Esta limitación se debió a la indisponibilidad de datos o recursos para incluir obras de toda la ciudad de Cuenca. Como resultado, los hallazgos y conclusiones obtenidas pueden no ser completamente representativos de la situación en toda la ciudad, limitando la generalización de los resultados a un contexto más amplio.
- En futuras investigaciones, sería recomendable ampliar la muestra para incluir una mayor variedad de construcciones en diferentes áreas de la ciudad, lo que permitiría una evaluación más completa y representativa del rendimiento de la mano de obra en la actividad de colocación de porcelanato.

Agradecimiento

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestrías en Construcción con Mención en Administración de la Construcción Sustentable de la Universidad Católica de Cuenca, por ello agradecemos a todos y cada uno de los instructores pertenecientes a los grupos de investigación; Ciudad, Ambiente, y Tecnología(CAT), y Sistemas embebidos y visión artificial en ciencias, Arquitecturas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses

Referencias bibliográficas

- Aguilar Pallarès, A., Morante Barragán, J. F., Novelle Rodríguez, M., y Subirana Domènech, M. (2013). Electronic control devices: What is known? what is unknown? *Cuadernos de Medicina Forense*, 19(3-4), 75-86.
<https://doi.org/10.4321/S1135-76062013000200003>
- Alves, C. L., Skorych, V., De Noni, A., Hotza, D., Gómez González, S. Y., Heinrich, S., y Dosta, M. (2023). Improving the sustainability of porcelain tile manufacture by flowsheet simulation. *Ceramics International*, 49(14, Part B), 24581-24597.
<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2023.01.056>
- Assaad, R., El-adaway, I., Hastak, M., y Needy, K. (2022). Key Factors Affecting Labor Productivity in Offsite Construction Projects. *Journal of Construction*

Engineering and Management, 149, 04022158.
<https://doi.org/10.1061/JCEMD4.COENG-12654>

Botero, L. F. B. (2021). *Principios, herramientas e implementación de Lean Construction*. Universidad EAFIT.

Díaz-Kovalenko, I. E., Larrea-Rosas, K. P., y Barros-Naranjo, J. (2022). El sector de la construcción en la economía ecuatoriana, importancia y perspectivas. *Ciencias Sociales y Económicas*, 6(2), Article 2. <https://doi.org/10.18779/csye.v6i2.598>

Fajardo Guapisaca, W. M., y Quizhpe Campoverde, J. D. (2021). Determinación de factores que afectan el rendimiento de la mano de obra en la actividad de colocación de cerámica en la ciudad de Cuenca. *Dominio de las Ciencias*, 7(Extra 4), 138. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8383979>

Guzmán, Á. (2012). ITIL v3—Gestión de Servicios de TI. *Ecorfan Journal*, 3(7), 801-806. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4001967>

Hamza, M., Shahid, S., Bin Hainin, M. R., y Nashwan, M. S. (2022). Construction labour productivity: Review of factors identified. *International Journal of Construction Management*, 22(3), 413-425.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1627503>

Manoharan, K., Dissanayake, P., Pathirana, C., Deegahawature, D., y Silva, R. (2022). Assessing the performance and productivity of labour in building construction projects through the application of work-based training practices. *Construction Innovation, ahead-of-print(ahead-of-print)*. <https://doi.org/10.1108/CI-05-2022-0126>

Momade, M. H., Shahid, S., Falah, G., Syamsunur, D., y Estrella, D. (2023). Review of construction labor productivity factors from a geographical standpoint. *International Journal of Construction Management*, 23(4), 697-707.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2021.1917285>

Salgado Altamirano, J. R. (2016). *Plan de negocios para la creación de una empresa dedicada al diseño, decoración y acabados de construcción en madera en la ciudad de Quito* [bachelorThesis, Quito: Universidad de las Américas, 2016]. <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/5295>

Santisteban Rimaycuna, D. M., y Silva Coronado, S. del R. (2022). Diseño de un sistema de gestión logística para las ventas en la empresa corporación Bim S.A.C., José Leonardo Ortiz 2018. *Repositorio Institucional - USS*.
<http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/9319>

Van Tam, N., Quoc Toan, N., Tuan Hai, D., y Le Dinh Quy, N. (2021). Critical factors affecting construction labor productivity: A comparison between perceptions of project managers and contractors. *Cogent Business y Management*, 8(1), 1863303. <https://doi.org/10.1080/23311975.2020.1863303>

Velástegui, A. M. Y., Franco, M. L. L., León, L. S., y Cumbicos, J. G. N. (2022). La contribución del sector de la construcción sobre el producto interno bruto PIB en Ecuador1. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 286-299. <https://www.redalyc.org/journal/695/69559233023/html/>

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



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



Indexaciones



Factores psicosociales que afectan a los trabajadores en una empresa procesadora de alimentos de Cuenca

Psychosocial factors that affect workers in a food processing company of Cuenca

- ¹ Amparo del Rocío Loayza Romero  <https://orcid.org/0000-0001-5467-819X>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
amparo.loayza.21@est.ucacue.edu.ec
- ² Diego Paul Andrade Campoverde  <https://orcid.org/0000-0003-4652-7708>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
dandrade@ucacue.edu.ec
- ³ Ángel Giovanni Quinde Alvear  <https://orcid.org/0000-0002-1920-4631>
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
aquinde@ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/01/2024

Revisado: 18/02/2024

Aceptado: 04/03/2024

Publicado: 05/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2970>

Cítese: Loayza Romero, A. del R., Andrade Campoverde, D. P., & Quinde Alvear, Ángel G. (2024). Factores psicosociales que afectan a los trabajadores en una empresa procesadora de alimentos de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 7(2), 28-43. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2970>



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

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



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras

claves: Factores psicosociales; Trabajadores; Riesgos; Empresa; Salud

Keywords:

Psychosocial factors; Workers; Health; Company; Risks.

Resumen

Introducción. Los factores psicosociales existentes dentro del ámbito laboral son diversos y están conformados por aquellos aspectos como el ambiente físico, estructura institucional y las relaciones interpersonales en las organizaciones. **Objetivo.** identificar los factores psicosociales que afectan a los empleados en una empresa procesadora de alimentos de la ciudad de Cuenca, en las áreas de administración, almacenamiento y entrega. **Metodología.** Se realizó un estudio transversal, cuantitativo, descriptivo, mediante la aplicación del cuestionario CoPsoQ-istas21 versión 2; el número de encuestados (44) se determinó mediante el formulario de muestreo (Krejcie y Morgan). Se utilizaron variables laborales como horario, salud, cargo, reconocimiento salarial y demográfico como el sexo y la edad. Los datos se recolectaron a través de hojas de cálculo y se analizaron a través del programa estadístico SPSS versión 26. **Resultados.** La satisfacción laboral es más alta entre los mayores de 45 años, con un 43.75% muy satisfechos. En general, hay una tendencia positiva hacia la satisfacción laboral en todos los grupos de edad. **Conclusión.** En resumen, los datos sugieren que la satisfacción laboral tiende a aumentar con la edad, siendo más pronunciada entre aquellos mayores de 45 años. Sin embargo, en general, la mayoría de los encuestados, independientemente de su edad, se encuentran satisfechos o muy satisfechos con su trabajo, lo que indica un nivel generalizado de satisfacción laboral en la muestra estudiada. **Área de estudio general:** Medicina del trabajo. **Área de estudio específica:** Salud ocupacional

Abstract

Introduction. The psychosocial factors existing within the work environment are diverse and are made up of aspects such as the physical environment, institutional structure and interpersonal relationships in organizations. **Objective.** to identify the psychosocial factors that affect employees in a food processing company in the city of Cuenca, in the areas of administration, storage and delivery. **Methodology.** A cross-sectional, quantitative, descriptive study was carried out by applying the CoPsoQ-istas21 version 2 questionnaire; the number of respondents (44) was determined by means of the sampling form (Krejcie and Morgan). Work variables such as working hours, health, position,

salary recognition and demographics such as sex and age were used. Data were collected through spreadsheets and analyzed through the SPSS version 26 statistical software. **Results.** Job satisfaction is highest among those over 45 years of age, with 43.75% very satisfied. In general, there is a positive trend toward job satisfaction in all age groups. **Conclusion.** In summary, the data suggest that job satisfaction tends to increase with age, being more pronounced among those over 45 years of age. However, in general, the majority of respondents, regardless of age, are satisfied or very satisfied with their jobs, indicating a generalized level of job satisfaction.

Introducción

Los factores psicosociales en el trabajo tienen un impacto crucial en el bienestar del individuo. Definidos como las sensaciones o experiencias psicológicas derivadas de la interacción laboral, estos factores, según Vázquez et al. (2021) y Seguridad Laboral Europea y Ministerio de Salud (2023), incluyen la satisfacción laboral, las condiciones de trabajo y la relación con los directivos. Estos aspectos influyen directamente en el desempeño laboral y la salud mental de los trabajadores, destacando la importancia de gestionarlos adecuadamente para fomentar un entorno laboral positivo y productivo.

Es de importancia que en las organizaciones exista un correcto desarrollo de los factores psicosociales, entendiéndose a estos últimos como aquellas situaciones que afectan al correcto desarrollo del trabajo. La exposición a riesgos psicosociales genera grandes deterioros en ámbitos claves en la vida del ser humano, como la salud y su satisfacción; mientras que el desequilibrio de las mismas puede repercutir de manera directa en las funciones cognitivas, conductuales, psicológicas, emocionales y sociales de los empleados pudiendo desencadenar en trastornos que pueden afectar el aspecto laboral (Cabalcanti, 2019); (OMS, 2020).

Los riesgos psicosociales laborales, según DOF (2018), provienen de diversas condiciones. La carga excesiva de trabajo y las relaciones negativas entre colegas generan estrés y un entorno laboral perjudicial. Conciliar la vida familiar y laboral, junto con la agresión laboral, afecta la salud mental. La falta de control sobre el trabajo y un liderazgo inadecuado también contribuyen a la desmotivación y la vulnerabilidad de los empleados. Es crucial abordar estos riesgos para garantizar un ambiente laboral saludable y proteger el bienestar de los trabajadores.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) identifica el estrés laboral como un riesgo psicosocial prevalente entre los trabajadores. Este estrés puede surgir de diversas situaciones, como habilidades inadecuadas, empleo inapropiado, falta de personal, condiciones físicas de trabajo deficientes, una cultura organizacional que tolera conductas negativas y bajos salarios, entre otros factores. Estas condiciones pueden generar una carga emocional y mental significativa en los empleados, afectando su salud y bienestar. Es crucial abordar estos problemas mediante estrategias de prevención y gestión del estrés en el lugar de trabajo para proteger la salud mental y promover un ambiente laboral saludable y productivo. Los estudios de Albán et al. (2019), Vázquez et al. (2021) y las recomendaciones de la OMS (2022) respaldan la importancia de abordar este problema globalmente.

El estrés, puede ocasionar diversas patologías en los trabajadores, viene acompañado de ansiedad, irritabilidad, depresión, angustia y desesperación; reacciones emocionales que van de la mano con síntomas evidentes como el agotamiento físico, mal rendimiento, bajo desempeño laboral y deficientes relaciones humanas (Reyes et al., 2020); (Vázquez et al., 2021). Esto puede causar ausentismo laboral, incremento de accidentes, incapacidad temporal o permanente, rotación de puestos laborales, baja creatividad, mal rendimiento, así como también puede aportar deficiencias en la calidad de vida y del bienestar (2020). Otro de los riesgos frecuentes es la depresión, que se caracteriza por la presencia de tristeza, falta de autoestima, pérdida de placer en la ejecución de actividades, sentimientos de culpabilidad, desórdenes alimenticios, exceso de sueño, fatiga y dificultad para alcanzar la concentración (OMS,2020).

Además, la frustración laboral puede desencadenar síntomas de depresión, como la falta de energía, la pérdida de interés en el trabajo y la disminución del rendimiento laboral. Por lo tanto, es fundamental para las empresas abordar activamente las fuentes de frustración laboral, promoviendo un ambiente de trabajo que fomente el desarrollo personal, la autonomía y el logro de metas realistas para sus empleados. Esto no solo beneficia la salud mental y el bienestar de los trabajadores, sino que también contribuye a un entorno laboral más productivo y positivo en general. La importancia de esta relación entre la frustración laboral, el estrés y la depresión es respaldada por investigaciones, como menciona Espacio RRHH (2021).

Metodología

El estudio se llevó a cabo como una investigación descriptiva de naturaleza cuantitativa y no experimental. La población objetivo consistió en 50 empleados de una organización específica, mientras que la muestra fue seleccionada de manera no probabilística, utilizando el método propuesto por Krejcie y Morgan, e integrada por 44 trabajadores de la empresa. Se empleó el cuestionario CoPsoQ-istas21 Versión 2 para recopilar datos, los cuales fueron analizados utilizando el software estadístico SPSS versión 26. Todos los

empleados de la empresa procesadora de alimentos que expresaron voluntariamente su interés en participar en la encuesta fueron incluidos en el estudio. Los criterios de exclusión se aplicaron únicamente a aquellos empleados que optaron por no responder la encuesta.

Resultados

Tabla 1

Relación edad y sexo

		Edad							
		Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años		total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Sexo	Hombre	19	48,72	17	43,59	3	7,69	39	88,64
	Mujer	1	20,00	2	40,00	2	40,00	5	11,36
	total	20	45,46	19	43,18	5	11,36	44	100,00

Fuente: Cuestionario CoPsoQ-istas21

Como se observa en la tabla 1, el 88,64% de los participantes fueron hombres y el 11,36% mujeres; 45,46% fueron menores 31 años, mientras que un 43,18% tuvieron entre 31 y 45 años.

Tabla 2

Relación edad y emociones

		Edad							
		Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Desgaste emocional	EN GRAN MEDIDA	6	13,64	3	6,82	2	4,55	11	25,00
	EN BUENA MEDIDA	1	2,27	0	0,00	1	2,27	2	4,55
	EN CIERTA MEDIDA	2	4,55	6	13,64	0	0,00	8	18,18
	EN ALGUNA MEDIDA	3	6,82	4	9,09	1	2,27	8	18,18
	EN NINGUNA MEDIDA	8	18,18	6	13,64	1	2,27	15	34,09
	Total	20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00

Tabla 2

Relación edad y emociones (continuación)

		Edad							
		Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Expresión de emociones y opiniones	EN GRAN MEDIDA	7	15,91	4	9,09	3	6,82	14	31,82
	EN BUENA MEDIDA	4	9,09	3	6,82	1	2,27	8	18,18
	EN CIERTA MEDIDA	4	9,09	6	13,64	0	0,00	10	22,73
	EN ALGUNA MEDIDA	1	2,27	3	6,82	0	0,00	4	9,09
	EN NINGUNA MEDIDA	4	9,09	3	6,82	1	2,27	8	18,18
Total		20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00

Fuente: Cuestionario CoPsoQ-istas21

En lo referente al desgaste emocional la mayoría de los participantes respondieron en ninguna medida (menores de 31 años y entre 31 y 45 años), mientras que expresión de emociones y opiniones los menores de 31 respondieron en gran medida en un 15,91% y en cierta medida un 13.64% los participantes entre 31 y 45 años.

Tabla 3

Relación edad y comportamiento.

		Edad							
		Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años		Total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Trato justo	EN GRAN MEDIDA	9	20,45	5	11,36	4	9,09	18	40,91
	EN BUENA MEDIDA	2	4,55	9	20,45	1	2,27	12	27,27
	EN CIERTA MEDIDA	3	6,82	2	4,55	0	0,00	5	11,36

Tabla 3

Relación edad y comportamiento (continuación)

		Edad						Total	
		Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años			
		n	%	n	%	n	%	n	%
Resolución de conflictos por parte del jefe	EN ALGUNA MEDIDA	2	4,55	2	4,55	0	0,00	4	9,09
	EN NINGUNA MEDIDA	4	9,09	1	2,27	0	0,00	5	11,36
	Total	20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00
	EN GRAN MEDIDA	6	13,64	8	18,18	5	11,36	19	43,18
	EN BUENA MEDIDA	5	11,36	4	9,09	0	0,00	9	20,45
	EN CIERTA MEDIDA	4	9,09	2	4,55	0	0,00	6	13,64
	EN ALGUNA MEDIDA	3	6,82	4	9,09	0	0,00	7	15,91
	EN NINGUNA MEDIDA	2	4,55	1	2,27	0	0,00	3	6,82
	Total	20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00

Fuente: Cuestionario CoPsoQ-istas21

En relación al trato justo, observamos que los tres rangos de edad coinciden con las respuestas en gran medida (40,91%); mientras que, en la resolución de conflictos por parte del jefe, todas las edades coinciden al responder en gran medida con un total de 43,18%.

Tabla 4

Relación edad y estrés.

		Edad						Total	
		Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años			
		n	%	n	%	n	%	n	%
Problemas para relajarte	SIEMPRE	1	2,27	0	0,00	1	2,27	2	4,55
	MUCHAS VECES	3	6,82	3	6,82	0	0,00	6	13,64

Tabla 4

Relación edad y estrés (continuación)

	Edad								
	Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años		Total		
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Estrés	ALGUNAS VECES	3	6,82	5	11,36	0	0,00	8	18,18
	SOLO ALGUNA VEZ	5	11,36	6	13,64	0	0,00	11	25,00
	NUNCA	8	18,18	5	11,36	4	9,09	17	38,64
	Total	20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00
	SIEMPRE	4	9,09	1	2,27	1	2,27	6	13,64
	MUCHAS VECES	1	2,27	4	9,09	1	2,27	6	13,64
	ALGUNAS VECES	4	9,09	6	13,64	0	0,00	10	22,73
	SOLO ALGUNA VEZ	4	9,09	3	6,82	1	2,27	8	18,18
	NUNCA	7	15,91	5	11,36	2	4,55	14	31,82
	Total	20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00
Tristeza y desánimo	SIEMPRE	0	0,00	0	0,00	1	2,27	1	2,27
	MUCHAS VECES	1	2,27	2	4,55	0	0,00	3	6,82
	ALGUNAS VECES	7	15,91	2	4,55	0	0,00	9	20,45
	SOLO ALGUNA VEZ	6	13,64	8	18,18	1	2,27	15	34,09
	NUNCA	6	13,64	7	15,91	3	6,82	16	36,36
	Total	20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00

Fuente: Cuestionario CoPsoQ-istas21

En las preguntas relacionadas con problemas para relajarse, estrés, tristeza y desánimo la opción nunca prevaleció en un valor cercano al 40%, seguido de algunas veces en un rango del 18-22%

Tabla 5

Relación edad y satisfacción laboral.

		Edad							
		Menos de 31 años		Entre 31 y 45 años		Más de 45 años		total	
		n	%	n	%	n	%	n	%
Satisfacción laboral	Muy satisfecho/a	6	37,50	7	43,75	3	18,75	16	36,36
	Satisfecho/a	13	50,00	11	42,31	2	7,69	26	59,09
	Insatisfecho/a	1	50,00	1	50,00	0	0,00	2	4,55
total		20	45,45	19	43,18	5	11,36	44	100,00

Fuente: Cuestionario CoPsoQ-istas21

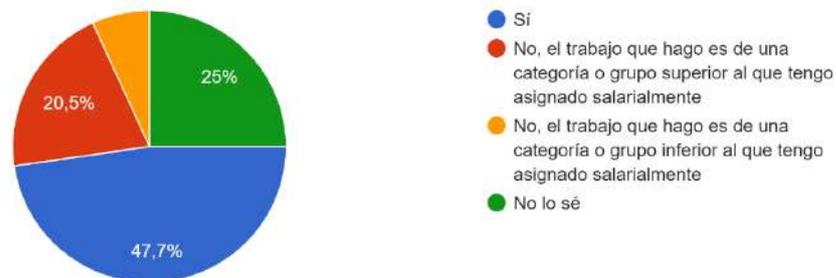
Respecto a la satisfacción laboral se evidencia un alto porcentaje de respuestas muy satisfecho y satisfecho, donde apenas un 4.55 % respondieron que están insatisfechos.

Figura 1

Relación del grupo profesional con el reconocimiento salarial.

7. ¿El trabajo que realizas se corresponde con la categoría o grupo profesional que tienes reconocida salarialmente?

44 respuestas



Fuente: Elaboración propia

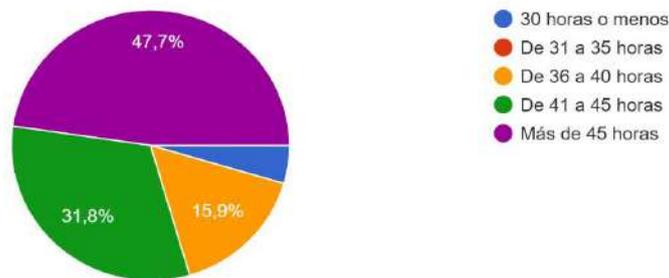
El 47,7 % del total de trabajadores mencionan que el trabajo que realizan corresponde con la categoría o grupo profesional que tienen como reconocimiento salarial, sin embargo, un 20,5% manifiestan que el trabajo que realizan es de una categoría superior, mientras que el 25% desconocen sus competencias laborales y las categorías que les competen.

Figura 2

Carga Laboral

18. Habitualmente ¿Cuántas horas trabajas a la semana para la empresa?

44 respuestas



Fuente: Elaboración propia

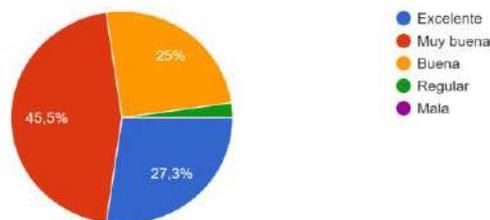
El 47.7 % del personal menciona que labora más tiempo de las horas reglamentarias existiendo una gran irregularidad en cargas horarias entre los empleados.

Figura 3

Estado de salud de los trabajadores.

30. En general ¿dirías que tu salud es?

44 respuestas



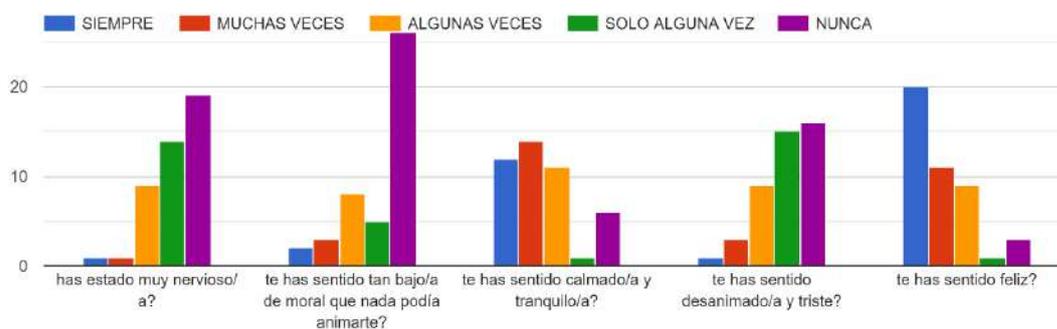
Fuente: Elaboración propia

El 45,5% de empleados manifiestan que su condición de salud es muy buena.

Figura 4

Estado de ánimo y salud emocional.

Durante las últimas cuatro semanas ¿con qué frecuencia...



Fuente: Elaboración propia

La mayoría de los trabajadores mencionan que no han experimentado episodios de nerviosismo y nunca se han sentido con la moral baja. Además, afirman sentirse en calma y tranquilos la mayor parte del tiempo.

Discusión

El Instituto mexicano del seguro social (IMSS, 2020), menciona que uno de los riesgos psicosociales más frecuentes y preocupantes en la salud de los trabajadores es el estrés, de origen y con un mayor grado de incidencia en los lugares de trabajo. La exposición a eventos negativos como la falta de control sobre el trabajo, jornadas extensas, remuneración inadecuada, entre otros, predisponen a los empleados a diversos tipos de riesgos.

Los resultados de nuestro estudio determinaron que existió un bajo índice de riesgos psicosociales en la empresa procesadora de alimentos de la ciudad de Cuenca.

Resultados similares lo obtuvieron Babativa et al., (2019) en la relación entre factores de riesgos psicosociales intralaborales y estrés en trabajadores de industrias cárnicas, donde la mayoría de los empleados obtuvieron puntuaciones de riesgo psicosocial intralaboral bajo. De igual forma Aguilera et al., (2019) comprobaron que la mayor parte de factores de riesgo evaluados en su estudio mostraron un nivel inferior al 50%; sin embargo, aunque no fue necesario aplicar acciones inmediatas se tomaron en cuenta medidas preventivas a largo plazo para evitar efectos negativos de los factores de riesgos psicosociales en el futuro.

Resultados diferentes encontró Soliz en la evaluación del estrés en trabajadores, donde la mayoría presentaron un nivel alto de estrés, desencadenado por la poca remuneración que recibieron (2022). Duque en su investigación determinó que gran parte de trabajadores presentaron estrés y ansiedad debido a las varias funciones que ejecutaban (Duque A, 2018); mientras que Beltrán menciona que el estrés laboral y los factores de riesgo psicosocial son un problema relevante con un costo económico y social importante (Beltrán, 2021). Uribe encontró en su estudio que los trabajadores presentaron agotamiento emocional, cefalea, trastornos músculo esqueléticos, trastornos del sueño y ansiedad (2020). Finalmente, Hernández y Carrión encontraron que existe una alta asociación entre los factores de riesgo psicosocial presentes en el entorno laboral y las respuestas de estrés de los trabajadores (2022).

Vargas et al. en su investigación observaron que el 12,73% de los trabajadores necesitaron atención de salud mental debido a cambios emocionales severos, incluidos síntomas de ansiedad, somáticos, y depresión, mientras que el 2,3% de los trabajadores presentaron riesgo de suicidio (2021).

Es importante destacar que los empleados se sienten motivados cuando hay una buena remuneración, sin importar las funciones laborales que desempeñan, lo que evidencia la resiliencia de los trabajadores para soportar adversidades siempre que se sientan adecuadamente remunerados (Vázquez P, 2019).

Nuestros resultados sugieren que el desempeño laboral, la salud física y mental de los empleados no están siendo perjudicados en la empresa escogida para el estudio, debido a que existe un buen ambiente laboral, un trato justo y el apoyo constante de los directivos, a diferencia de la mayoría de estudios existentes, donde se evidencia que los trabajadores están sometidos a elevados niveles de riesgo.

Conclusiones

- El estudio reveló una baja presencia de factores psicosociales que afectan a los empleados de la empresa, lo que sugiere un nivel relativamente bajo de estrés laboral, acoso laboral, depresión y frustración laboral entre los participantes. Aunque estos hallazgos podrían indicar una situación positiva en términos de bienestar laboral, es crucial reconocer la importancia de intervenir de manera oportuna para prevenir posibles consecuencias negativas en la salud de los trabajadores en el futuro. A pesar de que el estrés laboral se identificó en niveles bajos, es esencial implementar medidas proactivas para abordar cualquier señal de malestar psicológico y garantizar un entorno laboral que promueva la salud mental y el bienestar de los empleados a largo plazo.
- Es fundamental tener una comprensión plena de los riesgos psicosociales a los que están expuestos los trabajadores y estar preparados para intervenir en

consecuencia. Esto implica no solo identificar y abordar los factores de riesgo, sino también evaluar regularmente el nivel de satisfacción del equipo humano. Salvaguardar la seguridad y la estabilidad emocional, física y mental de los empleados debe ser una prioridad constante para las organizaciones. La implementación de políticas y programas de bienestar laboral, así como la promoción de una cultura organizacional que fomente la comunicación abierta y el apoyo mutuo, son medidas clave para garantizar un ambiente de trabajo saludable y productivo a largo plazo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias bibliográficas

- Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2023). Los riesgos psicosociales y el estrés en el trabajo.
<https://osha.europa.eu/es/themes/psychosocial-risks-and-stress>
- Aguilera Vidal, H. N., Ramírez Chávez, E., & Torres, R. I. (2019). Estrés laboral en guardias de seguridad. *Universidad y Sociedad*, 11(5), 342-348.
<http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Aguillón Janis., Palomino, Lizeth., Zea de Jesús, Magdalena., Ruiz, Nancy., Viridiana, Sarket., Villarreal, Enrique., y Gallegos, Ruth. (2020). Riesgos psicosociales, intralaborales y de estrés en trabajadores del sector secundario. *Horizontes de enfermería*.
<https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1141010>
- Alban G., Fonseca, S., Raza, A. y Vallejo, J. (2019). Riesgos psicosociales y estrés laboral en trabajadores de la empresa de derivados del petróleo de energy gas – Ecuador. *Horizontes de Enfermería* (9), 79-92.
<https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/enfermeria/article/view/835>
- Arenas, Cesar. y Vásquez, Héctor. (2020). Factores de riesgo psicosocial intralaboral que afectan la salud del área administrativa de la empresa Vélez Promociones Comerciales en Guadalajara de Buga para el primer semestre del año 2020. [Tesis de grado, Corporación Universitaria Minuto de Dios].
<https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/11366>
- Babativa Beltrán, H. K., Guerra Torres, L. M. y Osorio Melendez, S. V. (2019). Relación entre factores de riesgo psicosocial intralaboral y niveles de estrés, en

trabajadores de industrias cárnicas de jamonerías y salsamentarías en la localidad de Kennedy en Bogotá.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/46228>

Beltrán Zúñiga, C. (2021). Relación entre los factores de riesgo psicosocial intralaboral y el clima organizacional en trabajadores administrativos y servicios generales de una institución Regional de Educación Superior del Valle del Cauca en el año 2020. [Tesis de maestría, Universidad del Valle].

<https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/21692>

Cabalcanti, B. (2019). Factores de riesgo psicosocial que afectan la salud de los trabajadores de una empresa minera de extracción de minerales a tajo abierto en la ciudad de Cajamarca durante el año 2017. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio de Tesis Digitales Cybertesis.

<https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/11086?show=full>

Diario Oficial de la Federación. (2018). Factores de riesgo psicosocial en el trabajo. Identificación, análisis y prevención.

https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5541828&fecha=23/10/2018

Espacio RRHH. (2021). Frustración en el trabajo: Qué es y cómo solucionarlo.

<https://espaciorrh.com/frustracion-en-el-trabajo-que-es-y-como-solucionarlo/>

Hernández, Javier. y Carrión, María de los Ángeles. (2022). Occupational Risks of the Psychosocial Type and Psychic Attrition in Mexican Public Administration Workers. *Revista salud uninorte*, 37(3).

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-55522021000300628&lang=es

Instituto Mexicano del Seguro Social [IMSS]. (2020). Estrés Laboral.

<http://www.imss.gob.mx/salud-en-linea/estreslaboral>

Organización Mundial de la Salud. (2020). Directrices de la OMS sobre salud mental en el trabajo.

<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/363173/9789240058309spa.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2022). La salud mental en el trabajo.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-at-work>

Pando, M., Gascón-Santos, S., Varillas-Vilches, W. y Aranda-Beltrán, C. (2019). Exposición a factores psicosociales laborales y sintomatología de estrés en

trabajadores peruanos. *Revista Ciencia Unemi*, 12(29), 1-8.

<https://www.redalyc.org/journal/5826/582661250001/582661250001.pdf>

Reyes, A., Cartagena, L., Sierra, M., Villarraga, P. y Ramirez, W. (2020). Investigación aplicada. Ansiedad producto del aislamiento por cuarentena asociada al Covid-19 en Bogotá. [Tesis de grado, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano]. Repositorio Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.

<https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/2061/Proyecto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Soliz Baldomar, Ruth. (2022). The impact of psychosocial risk factors on workers in the industrial sector. *Trascender contab. gest*, 7(20).

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-63882022000200071&lang=es

Uribe-Prado, Jesús. (2020). Psychosocial risks, burnout and psychosomatic factors in public servants. *Investig. adm*, 49(125).

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-76782020000100003&lang=es

Vargas, Claudia., Bernáldez, Germán. y Gómez, Ulises. (2021). Psychosocial risk factors and mental health in workers of a textile company. *Horizonte sanitario*,

20(1). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74592021000100121&lang=es

Vázquez, Irene., López, Irma. y Guerrero, Ana María (2021) Nuevo Paradigma de los Factores de Riesgos Psicosociales en las Organizaciones.

<https://ri.ujat.mx/handle/20.500.12107/3797>

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



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



Indexaciones



Análisis jurídico para el planteamiento de reforma a la disposición que regula el delito de abuso sexual en la legislación penal ecuatoriana

Legal analysis for proposing reform to the provision regulating the crime of sexual abuse in ecuadorian penal legislation

Lizeth Verónica Soto Palacios

Maestría en Derecho Procesal Penal y Litigación Oral, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

lizeth.soto.38@est.ucacue.edu.ec

 <https://orcid.org/0009-0001-0205-8148>

² Diego Fernando Trelles Vicuña

Maestría en Derecho Procesal Penal y Litigación Oral, Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

dtrelles@ucacue.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-8466-7165>



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 15/01/2024

Revisado: 18/02/2024

Aceptado: 04/03/2024

Publicado: 05/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2972>

Cítese:

Soto Palacios, L. V., & Trelles Vicuña, D. F. (2024). Análisis jurídico para el planteamiento de reforma a la disposición que regula el delito de abuso sexual en la legislación penal ecuatoriana. *ConcienciaDigital*, 7(2), 44-66. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2972>



Ciencia
Digital
Editorial



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Abuso sexual,
injusto penal,
desigualdad,
asimetría,
proporcionalidad.

Resumen

Introducción: El análisis jurídico del artículo 170 del Código Orgánico Integral Penal se centra en las circunstancias que rodean la aplicación de la disposición penal en casos de abuso sexual, particularmente observando el rango temporal establecido para la imposición de penas privativas de libertad en situaciones concretas. Este estudio busca comprender y evaluar la aplicación práctica de esta disposición en el sistema legal.

Objetivo: El objetivo de esta investigación es analizar y proponer reformas al artículo 170 del Código Orgánico Integral Penal para establecer una nueva graduación de las penas privativas de libertad en casos de abuso sexual. Se busca reducir el rango mínimo de estas penas sin afectar el acceso de las víctimas a la justicia, garantizando una sanción proporcional a la gravedad del delito.

Metodología: Este trabajo de investigación adopta un enfoque cualitativo, basado en fundamentación teórica y revisión bibliográfica para comprender en profundidad el contexto legal y las implicaciones de las reformas propuestas. Se utiliza el método analítico-sintético, que involucra el desarrollo del pensamiento crítico para analizar y sintetizar información relevante. Además, se emplea el método histórico-lógico para estudiar la evolución de las circunstancias que rodean el delito de abuso sexual a lo largo del tiempo.

Resultados: La reforma propuesta resulta en una nueva graduación de los rangos de las penas privativas de libertad para el delito de abuso sexual, con una reducción en el rango mínimo de estas penas. Sin embargo, esta modificación no afecta el acceso de las víctimas a la justicia ni su derecho a obtener una reparación integral. Se garantiza que las penas impuestas sean proporcionales a la gravedad del delito, manteniendo un equilibrio entre la protección de los derechos de las víctimas y la justicia para los acusados.

Conclusión: La propuesta de reforma al artículo 170 del Código Orgánico Integral Penal busca mejorar la efectividad y proporcionalidad de las penas en casos de abuso sexual. Esta reforma, al reducir el rango mínimo de las penas privativas de libertad, busca asegurar una respuesta legal más equitativa y justa, sin comprometer el acceso de las víctimas a la justicia ni la gravedad del castigo para los delitos más severos.

Área de estudio

general: Derecho Procesal Penal. **Área de estudio específica:** Derecho Procesal Penal y Litigación Oral.

Keywords:

Sexual abuse,
criminal injustice,
inequality,
asymmetry,
proportionality.

Abstract

Introduction: The legal analysis of article 170 of the Organic Integral Penal Code focuses on the circumstances surrounding the application of the penal provision in cases of sexual abuse, particularly observing the temporal range established for the imposition of custodial sentences in specific situations. This study seeks to understand and evaluate the practical application of this provision in the legal system. **Objective:** The objective of this research is to analyze and propose reforms to article 170 of the Organic Integral Penal Code to establish a new graduation of custodial sentences in cases of sexual abuse. The aim is to reduce the minimum range of these penalties without affecting the victims' access to justice, guaranteeing a sanction proportional to the seriousness of the crime. **Methodology:** This research adopts a qualitative approach, based on theoretical foundations and literature review to understand in depth the legal context and the implications of the proposed reforms. The analytical-synthetic method is used, which involves the development of critical thinking to analyze and synthesize relevant information. In addition, the historical-logical method is used to study the evolution of the circumstances of the proposed reforms. **Results:** The proposed reform results in a new graduation of the ranges of custodial sentences for the crime of sexual abuse, with a reduction in the minimum range of these sentences. However, this modification does not affect the victims' access to justice or their right to obtain full reparation. It ensures that the penalties imposed are proportional to the seriousness of the crime, maintaining a balance between the protection of victims' rights and justice for the accused. **Conclusion:** The proposed reform to article 170 of the Organic Integral Penal Code seeks to improve the effectiveness and proportionality of penalties in cases of sexual abuse. This reform, by reducing the minimum range of custodial sentences, seeks to ensure a more equitable and fair legal response, without compromising victims' access to justice or the severity of punishment for the most severe crimes.

Introducción

El delito de abuso sexual es considerado una agresión en contra de la integridad del cuerpo de los seres humanos que, en algún momento sufren las consecuencias de un actuar reprochable, que vulnera los bienes jurídicos protegidos como son la libertad sexual y derecho a vivir una vida libre de violencia.

La importancia y aporte jurídico del análisis del contenido del artículo 170 del Código Orgánico Integral Penal, radica en plantear un cambio en el rango de tiempo establecido para esta pena, logrando una gradualidad dentro de la cual puedan ajustarse acertadamente las conductas punibles, con la finalidad de poderla aplicar según los fundamentos legales y conseguir equidad y proporcionalidad en su aplicación, esto se logra con una justa valoración de los diferentes actos que son calificados como abuso sexual; es decir, apreciarlos en cuanto al nivel de daño que causan en la víctima y aplicar una pena graduada.

La delimitación del planteamiento del problema de investigación en el presente artículo académico es: ¿Bajo qué criterios de valoración jurídica podría reformarse el tipo penal relativo al abuso sexual, a fin de garantizar el principio de proporcionalidad en la sanción conforme a los elementos fácticos constitutivos de cada caso concreto?

El objetivo general será analizar la conducta de la persona agresora y las circunstancias que rodean este tipo de delito, con este examen se podrá definir una reforma en el tipo penal establecido, con argumentos jurídicos para ella, para demostrar por qué la pena actual es excesiva para algunos casos de abuso sexual y como resultado final ofrezca esa proporcionalidad en la aplicación de la condena, que asegure una justicia equitativa, entre el nivel de daño causado y la pena privativa de libertad a imponer.

En el ilícito, materia de este análisis, concurren los actos extralimitados en contra de la voluntad de la víctima, que buscan un preámbulo con el objeto de preparar un escenario para mantener una relación sexual, pero también existen actos que exclusivamente buscan un tocamiento libidinoso en la víctima, sin esperar ir más allá de este hecho. Uno de los principios básicos del derecho penal es la proporcionalidad, el hecho fáctico o conducta tiene que guardar simetría con la pena que se vaya a imponer. Esta punición se realiza por juicio de reproche, luego de la etapa probatoria en el respectivo juicio.

Para estos escenarios jurídicos, descritos previamente, está graduada la misma pena privativa de libertad, situaciones que, si bien son repudiables para la sociedad; sin embargo, a la hora de aplicar la pena dispuesta en nuestra legislación, el rango de tiempo establecido como penas para este delito, se considera desproporcional y de la recopilación de criterios jurídicos obtenidos en las entrevistas realizadas, se ha considerado que debe haber variación en el rango mínimo de los tiempos de las penas establecidas, para poder

sancionar con justicia proporcional, conductas no tan gravosas dentro de esta infracción, para evitar que ese artículo penal sea muy riguroso, para los casos que no afectan de manera profunda al bien jurídico protegido y que son encasillados dentro de este tipo de delito.

Marco teórico

El abuso sexual

La extralimitación que ejerce una persona en el cuerpo de otra y que resultado de este actuar propasado con fines libidinosos, se vea afectada la dignidad de la persona, provocando humillación, ejercicio de poder o una neutralización de la víctima, incluso, no tiene que existir penetración en el cuerpo de la víctima de algún objeto o miembro viril, caso contrario ya estaríamos fuera de la esfera del abuso sexual; se considera también que, ante la diversidad de situaciones que se originan en esta esfera, puede existir o no violencia en un acto de abuso sexual.

Por otro lado, se tiene definiciones muy amplias de lo catalogado como abuso sexual, como expone la Corte Interamericana de Derechos Humanos en la Resolución del Caso Rosendo Cantú y otras vs. México (2010):

Se ha considerado anteriormente que la violencia sexual se configura con acciones de naturaleza sexual que se cometen contra una persona sin su consentimiento, que además de comprender la invasión física del cuerpo humano, pueden incluir actos que no involucren penetración o incluso contacto físico alguno. En particular, la violación sexual constituye una forma paradigmática de violencia contra las mujeres cuyas consecuencias, incluso, trascienden a la persona de la víctima. (Parágrafo 109)

Este concepto describe de manera abierta lo que debe comprenderse como violencia sexual, porque también comprende momentos cuando no se tenga ningún contacto físico con la víctima y con solo actitudes lujuriosas de la persona agresora, ya puede considerarse violencia sexual.

Hay que reconocer que, el concretar un concepto de abuso sexual es complejo, ya que se trata de determinar el sentido y alcance del tipo penal para estos delitos, por lo que aporta valor el examinar criterios establecidos en la jurisprudencia, para dar contenido a la conducta de los abusos sexuales. El análisis de estos elementos esenciales y comunes a este tipo de delito, es fundamental para establecer el límite de la intervención penal, ya que se ha observado casos de escasa gravedad y poca significancia jurídica, para alcanzar las exigencias mínimas de contenido objetivo y potencialidad lesiva de la libertad e indemnidad sexual (Pérez Alonso, 2019).

Para el caso que nos ocupa, del análisis del tipo penal de delito de abuso sexual descrito en la legislación ecuatoriana, definitivamente debe constatar el tocamiento o Fricción en el cuerpo de la víctima con fines sexuales, por lo que, esta es una de las variadas formas de delitos sexuales que se encuentran tipificadas en la norma penal.

Antecedentes legislativos del abuso sexual en la legislación penal ecuatoriana

Previo a las reformas que unificó la ley sustantiva y adjetiva, en el Código Penal Ecuatoriano, existía un tratamiento confuso para el delito de abuso sexual, entre el acoso sexual y el atentado al pudor, encontramos en la legislación anterior lo que actualmente se define como abuso sexual, en el Capítulo II del atentado contra el pudor, de la violación y del estupro; por lo que, así se disponía en el Código Penal (1971): “Será reprimido con reclusión mayor ordinaria de cuatro a ocho años, quien someta a una persona menor de dieciocho años de edad o con discapacidad, para obligarla a realizar actos de naturaleza sexual, sin que exista acceso carnal”. (pág. 64). Como se observa este artículo, fue incompleto, ya que no disponía protección para víctimas mayores de edad y sin discapacidad.

Incluso en la legislación penal anterior, se hacía énfasis con una imputación diferente, cuando el acto sexual no llega a ser violación en los casos de homosexualismo, por lo que así lo establecía el Art. 516 del Código Penal (1971):

En los casos de homosexualismo, que no constituyan violación, los dos correos serán reprimidos con reclusión mayor de cuatro a ocho años. Cuando el homosexualismo se cometiere por el padre u otro ascendiente en la persona del hijo u otro descendiente, la pena será de reclusión mayor de ocho a doce años y privación de los derechos y prerrogativas que el Código Civil concede sobre la persona y bienes del hijo.

El tratamiento que antes el legislador plasmó para el delito de abuso sexual, era manera retrógrada, con normas que excluían conductas humanas que también atentan al bien jurídico protegido en un abuso sexual y con conceptos prejuiciosos y discriminatorios, desde el punto de vista de la formación jurídico social y académica para la época de la elaboración de aquellas leyes.

Hasta mediados del año 2013, la Función Judicial no contaba con competencia para conocer las contravenciones penales en contra de la mujer y la familia, para aquello, existían las llamadas Comisarías de la Mujer, considerado un ente del Ministerio de Gobierno, dedicado a emitir boletas de auxilio, cuyo trámite en muchas ocasiones no llegaba a una resolución administrativa favorable para las mujeres que, en mayoría, era el grupo humano afectado por la violencia.

En tanto que, para los delitos como el abuso sexual, no existía una justicia especializada, pues eran conocidos por los juzgados de lo penal y es a partir del 15 de julio de 2013, que se crean y ejercen competencia a nivel nacional las Unidades Judiciales de Violencia contra la Mujer y la Familia, para juzgar contravenciones por lesiones que no sobrepasen los tres días de incapacidad y violencia psicológica considerada también para aquella época como contravención, esto mediante Resolución No. 77-2013 del Pleno del Consejo de la Judicatura (2013): “Créase las siguientes Unidades Judiciales de Violencia contra la Mujer y la Familia, integradas por jueces y juezas de primer nivel”.

Posterior a ello, se otorgan competencias adicionales a estas Unidades Judiciales, y se dispone conforme la Resolución No. 141-2021 del Pleno del Consejo de la Judicatura (2021): “Conocer y sustanciar los delitos contra la integridad sexual y reproductiva tipificados y sancionados en los artículos 164 al 174 del Código Orgánico Integral Penal”, es decir, se busca una justicia especializada para los delitos de lesiones, violencia psicológica, el femicidio y por supuesto el delito de abuso sexual, clasificado dentro de los delitos en contra de la integridad sexual, que es el tema central de este trabajo académico.

Es de trascendental importancia citar la norma vigente, para el tipo penal de abuso sexual, que actualmente se encuentra regulado en el artículo 170 del Código Orgánico Integral Penal (2014):

La persona que, en contra de la voluntad de otra, ejecute sobre ella o la obligue a ejecutar sobre sí misma u otra persona, un acto de naturaleza sexual, sin que exista penetración o acceso carnal, será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años.

Cuando la víctima sea menor de catorce años de edad o con discapacidad; cuando la persona no tenga capacidad para comprender el significado del hecho o por cualquier causa no pueda resistirlo; o si la víctima, como consecuencia de la infracción, sufra una lesión física o daño psicológico permanente o contraiga una enfermedad grave o mortal, será sancionada con pena privativa de libertad de siete a diez años.

Si la víctima es menor de seis años, se sancionará con pena privativa de libertad de diez a trece años.

Se sancionará con el máximo de las penas establecidas en los incisos precedentes, cuando dicho abuso sexual fuese grabado o transmitido en vivo de manera intencional por la persona agresora, por cualquier medio digital, dispositivo electrónico o a través de cualquiera de las tecnologías de la información y comunicación.

Asimismo, el máximo de las penas establecidas en los incisos precedentes, cuando además de la grabación o transmisión de este abuso sexual con cualquier medio digital, dispositivo electrónico o a través de cualquiera de las tecnologías de la información y comunicación, se agrede físicamente a la víctima, y dicha agresión también sea grabada o transmitida.

Observando el texto sustantivo de esta norma, se considera que, si bien por parte del legislador, ha existido interés en normar de manera más adecuada el abuso sexual, que, en el anterior Código Penal, tenemos que, actualmente está descrito el tipo penal de manera generalizada en la conducta que acarrea este delito, ya que se ha omitido tener en cuenta los parámetros que se consideran fundamentales para poder regular de manera acertada este accionar delictivo.

Definición de actos de naturaleza sexual según el COIP

Se considera que amplía la visión de lo que puede considerarse dentro de actos de naturaleza sexual, lo que expone Álvarez Medina & Bergallo (2020):

La gran mayoría de las normas jurídicas exudan una concepción del cuerpo como soporte de la individualidad o componente de la subjetividad. Esta segunda versión del cuerpo que llamaré "el cuerpo como subjetividad" se realiza a través de una variada gama de derechos humanos, entre los que sobresalen el derecho a la vida, a la integridad física y psíquica, el derecho a la intimidad y el derecho a la igualdad. Aunque instrumentada mediante fórmulas jurídicas que evocan una suerte de propietarización del cuerpo (como la idea de que cada uno es dueño de su cuerpo), esta concepción no supone un poder sobre el cuerpo, similar al que se tiene sobre una casa o un automóvil, sino que reenvía a una vieja máxima de la tradición liberal de los derechos, cada individuo es capaz de autogobernarse. (pág. 249)

Por lo que, existen actos que se encasillarían dentro del concepto de abuso sexual, como por ejemplo el roce de labios con labios, para dar un beso a una persona, que en muchas ocasiones puede considerarse como parte del cortejo para pretender a una persona con fines de un noviazgo, lo cual es totalmente probable se produzca en la sociedad, pero, cuando no hay la voluntad de la persona que lo recibe, es un acto reprochable y de análisis jurídico; más se considera excesivo se aplique una condena de tres a cinco años en prisión, conforme lo determinado en la legislación ecuatoriana.

Por lo que se debería proponer definiciones más concretas de los actos de naturaleza sexual en el COIP, pero al ser tan subjetivo este tema, lo más conveniente es plantear una nueva graduación en el rango de las penas privativas de libertad.

Principio de proporcionalidad aplicado a los casos de abuso sexual

Se considera de basta ayuda para comprender la importancia de tener normas proporcionales al hecho fáctico cometido, lo que expone Carbonell (2006):

La reserva de Código Penal tendría, en síntesis, el efecto de obligar al legislador a sistematizar las disposiciones penales dentro de un único cuerpo normativo, impediría su fácil reforma y permitiría tener una regulación penal mucho más adecuada al principio de proporcionalidad, pues estando todos los tipos penales y sus sanciones en un único ordenamiento sería mucho más obvio el hacer la comparación para determinar si existe o no proporcionalidad en dichas disposiciones. (pág. 8)

Se reconoce que, a pesar de que lo que se busca es seguridad jurídica en el ámbito penal para evitar reformas, se sabe en la práctica que, a pesar de que exista la normativa penal establecida, en el camino de su aplicación se encontrará errores en la misma, como faltas al principio de proporcionalidad de la penalidad instituida, que es una premisa de análisis consciente por parte de quienes están en el ámbito legislativo, para que las leyes promulgadas no perjudiquen de ninguna manera a los administrados, cualquiera que sea su posición dentro de un proceso legal.

Corresponde analizar la proporcionalidad de la pena impuesta conforme la magnitud del daño causado, como así lo refiere Rojas (2015):

De la escala dada por los códigos penales se desprenden diversos criterios que sirven para jerarquizar el valor de los bienes jurídicos: 1) A mayor sanción punitiva, mayor valor del bien jurídico. 2) A menor sanción punitiva, menor valor del bien jurídico. (pág. 95)

Analizando el Art. 170 del Código Orgánico Integral Penal (2014), la acción o conducta descrita es la de “ejecutar actos de naturaleza sexual, sin que exista penetración carnal”; esta regulación, de pocas palabras, lleva implícito todo un universo de posibilidades, dentro del cual está desde un simple tocamiento o roce, hasta el más cruel acto abusivo y violento para procurar tener relaciones sexuales, sin llegar a la violación. Estas actuaciones muy diferentes, se encuentran establecidas dentro del mismo rango mínimo de tres años de tiempo para la pena sancionatoria; sin diferencia alguna para mayores o menores consecuencias, resultando desmesurado, asimétrico; mostrándose una desigualdad en la aplicación de la misma pena para estas conductas disparejas. Por lo tanto, resulta necesario planear una reforma en el rango de la pena impuesta.

Bienes Jurídicos Protegidos que son vulnerados en el abuso sexual

Para analizar una posible reforma penal a la disposición que regula el delito de abuso sexual, hay que examinar el nivel en que los bienes jurídicos protegidos se afectan, para

proponer la diferenciación de los variados actos de naturaleza sexual y observar si hay equidad entre el hecho fáctico ocurrido y la pena respectiva.

Ante un acto de abuso sexual, se afecta la libertad sexual, que se refiere a la autónoma decisión de cada persona de elegir cuándo, cómo y con quién tener intimidad sexual, eligiendo el tipo de expresiones de ese carácter y las condiciones con las que se llevan a cabo.

En el capítulo de los Derechos de la Libertad, se tiene lo dispuesto en el Art. 66, numeral 9 de Constitución de la República del Ecuador (2008):

Se reconoce y garantizará a las personas: El derecho a tomar decisiones libres, informadas, voluntarias y responsables sobre su sexualidad, y su vida y orientación sexual. El Estado promoverá el acceso a los medios necesarios para que estas decisiones se den en condiciones seguras.

Esta garantía constitucional es clara y explicativa de las condiciones en que una persona puede acceder a situaciones sobre su sexualidad, escenarios perfectamente identificables en los que una sola expresión de “no quiero”, es suficiente para detenerse y dejarlo todo, sin causar ninguna extralimitación en la persona que indique su negativa a continuar con un evento sexual. Sin embargo, existen actos instantáneos, en los que se producen el abuso y se acaban ese preciso momento, sin dar lugar a reacción de la persona abusada.

El Estado Ecuatoriano contempla a través de su norma suprema, el derecho a vivir una vida libre de violencia, que radica en una circunstancia intrínseca del ser humano, existir en paz y bienestar, sin situaciones que amenacen su integridad física, psicológica y sexual.

Así mismo, consta en el mismo capítulo de los Derechos de la Libertad, el mandato del Art 66, numeral 3, literal b) de la Constitución de la República del Ecuador (2008):

Se reconoce y garantizará a las personas: b) Una vida libre de violencia en el ámbito público y privado. El Estado adoptará las medidas necesarias para prevenir, eliminar y sancionar toda forma de violencia, en especial la ejercida contra las mujeres, niñas, niños y adolescentes, personas adultas mayores, personas con discapacidad y contra toda persona en situación de desventaja o vulnerabilidad; idénticas medidas se tomarán contra la violencia, la esclavitud y la explotación sexual.

En materia penal existe la protección por parte del Estado a las personas vulnerables ante un episodio de abuso sexual, basándose en la edad temprana de las víctimas, estar bajo efectos de sustancias o de amenazas por parte de la persona que perpetra estos actos delictivos.

Ante la transgresión de estos bienes jurídicos, se debe analizar el nivel de daño causado para aplicar con proporcionalidad una pena, con el auxilio de otras ramas de la ciencia, así se considera en una de las sentencias de la Corte Nacional de Justicia (2015):

Las pericias, médico legista y psicológica, son los medios adecuados para probar la violencia ejercida en la persona de la víctima (física o psicológica) y de las mismas se pueden establecer las secuelas posteriores, que pueden manifestarse en el trastorno somático, angustia, depresiones, ansiedad y comportamientos no propios dentro del entorno cultural y social en el que se desenvuelve la persona agraviada, en definitiva, afectan a todos los aspectos de su vida. (pág. 10)

Los peritajes técnicos realizados con responsabilidad profesional, son para el Juzgador de fundamental importancia, ya que, para la aplicación de una pena, ayudará a valorar el hecho sometido a su conocimiento también con la apreciación de las ramas auxiliares como la medicina legal y la psicología, que medirá el nivel de daño causado. Este aspecto, es relevante de analizar, con el objeto de valorar la consecuencia dañosa al cometer un delito de abuso sexual, para según ello, aplicar la pena privativa de libertad según el rango de las penas y las características normadas.

Por lo que, con el auxilio de otras ramas de la ciencia, se establece que un juzgador podrá de manera más acertada aplicar una pena justa, ya que, al tener actos de menor y mayor grado de afección para el bien jurídico protegido, un cambio en la gradualidad de la pena actualmente establecida, ayudará a establecer penas proporcionales para cada caso en concreto.

Criterios para justificar una reforma en la pena privativa de libertad impuesta para el abuso sexual

Observación de la conducta humana en el delito de abuso sexual

La Rama de la Criminología es, conforme lo expresa, Pablos de Molina (1989):

La ciencia empírica e interdisciplinaria, que se ocupa del delito, el delincuente, la víctima y el control social del comportamiento delictivo; y que trata de suministrar una información válida, asegurada, sobre la génesis y dinámica del problema criminal y sus variables; sobre los programas y estrategias de prevención eficaz del delito; y sobre las técnicas de intervención positiva en el hombre delincuente. (pág. 80)

El examen de las conductas que se aprecian para el delito de abuso sexual es elemental para entender sus causas, particularidades y secuelas, así como para desarrollar estrategias efectivas de prevención y regulación normativa de manera más ajustada a los casos que

ocurren en la vida práctica, para plantear una reforma al tipo penal actualmente establecido.

Se tiene los sucesos extralimitados en contra del deseo de la víctima, que buscan un preámbulo con el objeto de preparar un escenario para mantener una relación sexual, para lo cual con anterioridad se ha buscado ganarse la confianza y la atención de la persona abusada, aprovechando la cercanía que tenga con esta; pero también existen hechos que únicamente buscan un tocamiento en la víctima, incluso que es resultado de un impulso del abusador.

El aporte doctrinario que a continuación se cita, explica objetivamente, el error cometido al describir la conducta de abuso sexual, como actualmente se encuentra normado, así se expone en el Manual de Derecho Penal Ecuatoriano de Albán Gómez, (2015):

El atentado contra el pudor, excluido de la legislación, tenía otro carácter: se sancionaban los actos de carácter sexual realizados por el sujeto activo “en la persona de otro”, es decir sobre el cuerpo de la víctima, sin llegar al acceso carnal (contactos físicos, tocamientos y hasta se llegó a debatir si dar un beso podía tener carácter delictivo). En rigor, los posibles actos del sujeto activo no se encuentran previstas en la actual descripción legal, que sanciona el sometimiento a la víctima para que esta realice los actos de carácter sexual. (pág. 462)

Conforme lo regulado en el Art. 170 del COIP, el contacto es penalmente relevante, por lo que, para justificar una reforma al mentado artículo, se ha observado que la dinámica de este delito, en ocasiones tiene connotaciones muy graves, pero existen otros casos que su connotación es más leve y es precisamente por estas actuaciones de menor afección, que se propone un cambio en el rango de la pena establecida para este delito, lo cual no implicaría afección en el derecho de la víctima para su acceso a la justicia, la obtención de una pena ponderada y una reparación integral que deberá cumplir la persona justiciable, ya que, al momento de valorar el contexto general del delito, se tendrá que observar los siguientes parámetros:

Visión de género

Definitivamente, el surgir de esta perspectiva en pro de obtener igualdad de derechos para el género femenino, por los abusos generalizados en contra de las mujeres o personas que se identifiquen con esta calidad, que constituyen el sector mayoritariamente afectado para un abuso sexual, por el ejercicio de poder, dependencia, subordinación y discriminación aprovechada por parte de la persona victimaria, por lo que esta visión debe ser aplicada para valorar el nivel de daño causado, y aplicar la pena dentro del rango establecido.

Así, se tiene lo que expone Silva Rosales (2004):

Dentro de la perspectiva de género buscamos la equidad de los géneros; es decir, necesitamos alcanzar igualdad de oportunidades, respetando las diferencias biológicas entre ambos sexos, pues sabemos que el respeto implica la valoración social de lo masculino y lo femenino. Recordemos que los conceptos de masculinidad y feminidad han sido construidos por los grupos humanos a partir de las diferencias biológicas, atribuyendo características simbólicas, como llanto, valentía, sumisión, etc. (como ya había comentado anteriormente), dando así valoraciones diferentes a las mujeres y a los hombres, dejando como resultado en la mayoría de las sociedades sistemas sociales no equitativos. (pág. 17)

El aplicar la perspectiva de género dentro de los juicios que se instauren para los casos de delito de abuso sexual, no implica que esto represente una desventaja para la persona procesada, más, todo lo contrario, lo que se busca es justicia y equidad al momento de decidir, para poder sancionar el hecho fáctico cometido, según la magnitud del daño causado; así habrá casos en lo que no se verifique los todos componentes que califiquen un evento con alto nivel de daño para la víctima, como el llanto, sumisión, carga psicológica, sufrimiento en la víctima, trato discriminatorio y humillación; y por otra parte, si habrá escenarios que contengan estos aspectos. Por lo que, el análisis con perspectiva de género, será sustancial y del cual se derivará justificadamente la imposición del tiempo de la sanción a aplicarse.

Edad y género de la víctima y del victimario

Concluyentemente, el grupo más vulnerable para este tipo de delito son los adolescentes, los niños y las niñas, más, sin embargo, estas últimas en porcentaje considerablemente elevado, y es precisamente por su edad tan temprana, lo que le permite acceder a la persona abusadora con mayor facilidad, ya que tienen el control de las circunstancias que rodean este hecho delictivo.

La persona victimaria hace uso de diversas estrategias, las mismas que son premeditadas, con el objeto de convencer con amenazas, engaños, ofrecimientos de algo que le interese a la víctima, incluso la seducción, o pueden hacerlo mediante la fuerza, empleando tácticas que hagan que la víctima guarde silencio y en ocasiones lo quieren hacer ver como un juego secreto entre ellos (Acuña Navas, 2014).

Las personas perpetradoras son mayoritariamente varones, en el porcentaje del cuarenta y cuatro por ciento aproximadamente son menores de edad, en cuanto al género femenino son pocos los casos; se suelen cometer los abusos en el propio hogar de la víctima, incluso en el domicilio del abusador, aprovechándose de las visitas o la estrecha vinculación entre ellos (Cortés Arboleda, Cantón Duarte, & Cantón Cortés, 2011).

En este aspecto, aporta el valorar la diferencia de edad entre víctima y victimario, para aplicar una penalidad justa, ya que se tendrá casos de víctimas y victimarios de la misma edad, en otros casos habrá mucha diferencia de edad, lo que hace más vulnerable a una víctima menor y del mismo modo se contará con hechos en donde la diferencia de edad sea intermedia.

Contexto y escenario en el que se desarrolla el hecho fáctico de un abuso sexual

Para aplicar una pena, es primordial analizar el tipo de escenario y contexto en el que se desarrolla un delito de abuso sexual, es decir que, para sancionar a la persona que perpetre este delito tiene que analizarse su intencionalidad, observando el tipo de espacio que utilizó para vulnerar el derecho de otra persona, así, se considera esencial diferenciar una escena abierta de una escena cerrada, en donde tuvo lugar el abuso sexual.

Se cuenta con el aporte del concepto de tipos de escena del delito, conforme lo expuesto por la Fiscalía General de la República de El Salvador & Justice Education Society, Canadá (2002):

Escena abierta: Que se caracteriza por estar situada al aire libre y expuesta a las inclemencias del medio ambiente y de las personas. Vía pública, parques, estadios, playas, predios baldíos, etc. Escena cerrada: Se denomina así al lugar del hecho que se encuentra delimitado generalmente por paredes y bajo techo. Ej. Viviendas, locales, moteles, etc. Escena mixta: Es la que presenta evidencias relacionadas, en un sitio cerrado y otro abierto y que corresponden a un mismo hecho. Ej. Interior y patio de una vivienda. (pág. 19)

En virtud de la referencia citada, se tendrá que analizar por parte de los juzgadores, el tipo de lugar y las circunstancias que rodean al hecho fáctico, con el fin de establecer la intencionalidad que tuvo la persona victimaria para cometer el delito de abuso sexual, ya que, en una escena cerrada se considera que la intimidad de cuatro paredes, puede generar un escenario para un tocamiento hacia la víctima que lleve la intencionalidad de tener relaciones sexuales, claro hasta ahí quedara el evento, sin llegar a un delito de mayor consecuencia, para el caso que nos ocupa.

Al encontrarse frente a una escena abierta, se podría colegir otro tipo de situación como que, solo se procuró el tocamiento a la víctima, sin la intencionalidad de avanzar a algo más, claro analizando con todos los criterios de valoración jurídica posibles, para establecer la gravedad o daño hacia el bien jurídico protegido en el abuso sexual. En el caso de una escena mixta, pues de igual manera se tiene que considerar todos los detalles de la situación del delito.

Todo esto con el fin de imponer una pena privativa de libertad justa y proporcional al delito cometido, para así, con una pena equitativa, poder reparar a la víctima del hecho,

incluso el mismo sentenciado con una resolución acorde a su conducta realizada podrá aceptarla de modo consiente y cumplirla de manera voluntaria.

Falta a la dignidad humana

Ante un escenario de abuso sexual se debe analizar este factor, porque al momento de cometerlo también se está faltando al recato de cada persona, que sufre este actuar por parte de personas que conforman la sociedad, que implica que se ha faltado al respeto y consideración que llevan intrínsecos las personas, por el hecho de serlo, sabiendo que esto es parte de sus derechos y libertades, independientemente de las características de cualquier índole que tengan los individuos.

Así, se tiene lo que refiere Álvarez Medina y Bergallo (2020):

No siempre se ha entendido la idea de dignidad del mismo modo y hoy en día perduran las divergencias en cuanto a su significado. Desde el primer vistazo a la idea de dignidad saltan a la vista algunas dualidades esenciales. Por un lado, las declaraciones de derechos nos hablan de la dignidad inherente a los seres humanos, sin embargo, a la vez nos conminan a hacer todo lo posible para garantizar la dignidad de todas las personas. (pág. 35)

La dignidad en su máxima expresión es el respeto a todas las condiciones de la vida de un ser humano, esta situación es de vital importancia para el ordenamiento jurídico constitucional de un país, en el que el Estado es garante de este derecho, que permitirá la vida en tranquilidad de sus habitantes, sancionado a la persona que destruya este bienestar.

Todos los criterios de valoración jurídica expuestos anteriormente, como son las observaciones con visión de género, el análisis de la edad de personas involucradas, estudio del contexto y escenario del acto punible y la valoración de la falta a la dignidad humana, constituyen una guía básica que van a limitar la arbitrariedad y la subjetividad en la aplicación de una pena, estudiando en profundidad cada una de las circunstancias que rodeó el hecho, con los juicios de valoración expuestos, de esta manera el juzgador tendrá que deliberar con todos los elementos ya aportados como prueba dentro del proceso penal, para así, aplicar una condena proporcional y ajustada a la veracidad de los hechos, una sentencia justa para las partes procesales.

Para cumplir ciertamente lo manifestado, tenemos los rangos o lapsos de tiempo de las penas privativas de libertad, en los cuales se guiarán los juzgadores para imponer la pena más justa posible.

Metodología

Este estudio adoptó un enfoque cualitativo que se basó en la fundamentación teórica y la revisión bibliográfica exhaustiva. Se ha llevado a cabo un análisis descriptivo en profundidad, utilizando como referencia a doctrinarios y tratadistas que han abordado el problema de investigación.

El método analítico-sintético se aplicó mediante el pensamiento crítico para analizar el delito de abuso sexual en la legislación penal ecuatoriana. Se evaluaron los datos y la información obtenida durante la observación del tema planteado para este artículo académico, comprendiéndolo en sus aspectos menos evidentes para llegar a conclusiones fundamentadas en la profundidad de sus componentes.

Asimismo, se empleó el método histórico-lógico para estudiar la sucesión de fenómenos y circunstancias a lo largo del tiempo. Se analizó cómo se han comportado los fenómenos relacionados con el delito estudiado a lo largo de la historia, lo que permitió realizar predicciones sobre su comportamiento futuro.

El método dogmático-jurídico se utilizó para interpretar el derecho y identificar circunstancias que implicaban indeterminación. A partir de esto, se extrajeron definiciones en varios aspectos que contribuyeron a resolver el problema planteado.

Técnicas de Investigación:

Se llevó a cabo entrevistas con jueces de la Unidad Judicial Especializada de Violencia contra la Mujer, miembros del núcleo familiar e infracciones contra la Integridad Sexual y Reproductiva, fiscales de la Unidad de Violencia de Género, fiscales y abogados en ejercicio profesional. Estas entrevistas se realizaron en un contexto fijado en tiempo y espacio para recopilar información relevante sobre el tema. El análisis de las entrevistas contribuyó al diagnóstico final y a la resolución de la hipótesis planteada para el artículo académico.

Instrumentos de Investigación:

Se emplearon diversas técnicas e instrumentos de investigación, como el análisis de datos, el estudio de casos concretos, la revisión y análisis de artículos académicos, leyes penales vigentes y no vigentes, revistas jurídicas, libros digitales e impresos, trabajos de tesis de cuarto nivel, doctrina y sentencias relacionadas con el tema del abuso sexual en materia penal. Estos instrumentos permitieron exponer resultados, derechos afectados y efectos jurídicos, lo que condujo a la propuesta de un cambio en la disposición legal examinada.

Resultados

Propuesta de reforma al Art. 170 del COIP

Al respecto, refiere Navarro Frías (2010): “La teoría de la legislación es la disciplina que estudia la forma y contenido de las normas, con el fin de obtener criterios, directrices e instrucciones para una elaboración y configuración más racional de las mismas” (pág. 231).

Para consolidar la propuesta de un cambio en la disposición penal que regula el abuso sexual, se ha realizado entrevistas a jueces, fiscales y abogados en libre ejercicio profesional, con el propósito de indagar su consideración a cerca de la proporcionalidad de las penas establecidas actualmente, en este delito manejado por cada uno de ellos, dentro su respectivo rol profesional.

Como resultados obtenidos se tiene que el ochenta por ciento del total de entrevistados conoce de cerca estos casos de infracciones en contra de la integridad sexual, específicamente el delito en análisis, puesto que trabajan en la materia, en las calidades anteriormente expuestas, consideran que las penas establecidas son altas y que se podría regular otro tipo de actos de menor lesividad con menores penas, que el tipo penal para el abuso sexual es desproporcional y se trastoca el principio de proporcionalidad que es límite del poder punitivo del estado y que una reforma a esta penalidad si procedería.

Los Juzgadores entrevistados consideran que el término “un acto de naturaleza sexual” constante en el Art. 170 inciso primero del COIP, que es la acción que se tiene que realizar para encasillar una actuación humana dentro de este tipo penal es muy extensa y generalizada, por lo que se saborea inconformidad al momento de aplicar lo que dispone la ley penal, ya que no todos los casos de esta rama en estudio tienen la misma connotación al momento de ser cometidos.

Por parte de Fiscales entrevistados se ha aportado con los siguientes casos, lo que hace percibir una diferencia profunda entre actos que son catalogados como abuso sexual, pero son cometidos en contextos diferentes, así tenemos:

- La persona X, es acusada de cometer abuso sexual por el hecho de que, en un bus de transporte urbano, al producirse un detenimiento brusco por parte del chofer, esta persona aprovecha el momento en el que todas las personas se van unas encima de otras, para tocar la parte sexual de una víctima.
- La persona Y, es acusada de cometer abuso sexual por el hecho de haber puesto a una persona contra el muro de una pared en una calle, en la noche, haberle alzado la falda de la víctima y tocado con dureza sus partes sexuales por debajo de su ropa interior.

Que, si bien estas dos circunstancias son totalmente reprochables, no obstante, se considera que al momento de aplicar la pena debe haber una variación, acorde al nivel de daño causado, por lo que se propone que, en el poder legislativo, se realice una reforma para racionalizar el rango de tiempo que se establece para la respectiva pena, reduciendo el rango vigente, ya que, hay que reconocer la existencia de formas de actuación humana, no tan lesivas al bien jurídico protegido.

El abogado en libre ejercicio profesional entrevistado, al que le toca patrocinar a las personas procesadas, indica con un caso ejemplificado de que, por el hecho de haberse realizado por parte de las personas acusadas, un solo tocamiento en el cuerpo de otra persona y en la vía pública, le toca enfrentar una pena muy severa, lo que considera injusto para su imposición, porque desde el inicio del proceso legal ya se tiene el peso de una condena mínima que es de varios años en contra de los mismos.

El veinte por ciento de los entrevistados, en los que se cuenta con el criterio de jueces que conocen casos de delitos de abuso sexual, sugieren que la pena está ligada a la reparación integral, es una categoría mayor que tiene algunas variables: rehabilitación, restitución, indemnización, satisfacción y la garantía de no repetición, no solamente una garantía a la víctima directa, tiene que ver mucho con el mensaje que pueda dar el sistema de justicia frente a la violencia sexual, que permita sobre todo proteger potenciales delitos a futuro. Si hablamos de proporcionalidad, se debe generar junto a la garantía de no repetición, y esta garantía se liga al principio de prevención general positiva. Para que los agresores se abstengan de cualquier acción futura, esto también debe leerse desde una perspectiva de género. Que no estarían de acuerdo con reforma, porque más bien hay legislaciones que agravan el abuso sexual, y esto tiene que ver con el alto índice de actos hechos. No hay ninguna sugerencia de cambio en el rango de la penalidad, ya que la proporcionalidad de la condena está ya dada por la Asamblea Nacional.

Se indica que los resultados de esta investigación, se han basado en experiencias reales y prácticas en el campo de la aplicación de la pena privativa de libertad, con los hechos acontecidos de variada índole en el ámbito del abuso sexual, que han conocido los profesionales del derecho entrevistados, cada uno de ellos desde su punto de vista profesional, conforme la labor desempeñada dentro de procesos jurídicos penales.

Frente a la investigación realizada se encontró a quienes están a favor y quienes son detractores de una reforma que aminore la pena para eventos que lesionan levemente el bien jurídico protegido para este delito, sin embargo, se proyectó el resultado de que, si procede el reducir el rango mínimo establecido para los dos primeros incisos del Art. 170 del COIP, así, se adaptarán acciones no tan lesivas, más, cuando se produzcan actuaciones gravemente lesivas para la víctima, actuará el máximo de la pena legal, luego de un proceso justo con todas las oportunidades de defensa para ambas partes procesales.

Luego del análisis de las entrevistas realizadas, se ha elaborado un promedio entre todas las sugerencias de reforma de las penas, incluso con las que no sugieren ningún cambio y se llega a la propuesta de reducir únicamente el rango mínimo de las penas establecidos en los dos primeros incisos del artículo que regula el abuso sexual y para el tercer inciso no se plantea reforma, ya que por la edad de la víctima que se refiere a menores de seis años, se considera adecuado el rango de la pena establecida actualmente, por ser un sector muy vulnerable de sufrir este tipo de abuso y al estar frente a este tipo de víctimas, no se propone modificación alguna en la penalidad establecida.

Para conseguir esta racionalización de la pena, luego de haber justificado la necesidad de la misma, sin considerar la reducción del rango máximo de las penas establecidas, para garantizar una sanción proporcional para delitos graves, la reforma se concreta únicamente en la reducción del rango mínimo de las penas actualmente impuestas, por lo que, los resultados indican reforma para los dos primeros incisos, quedando de la siguiente manera en el artículo 170 del COIP:

- Para el primer inciso, que considera una penalidad de 3 a 5 años, se propone que se reforme de 1 a 5 años.
- Para el segundo inciso, que considera una penalidad de 7 a 10 años, se propone se reforme de 5 a 10 años.
- Para el tercer inciso, que considera una penalidad de 10 a 13 años, no hay propuesta de reforma.

Conclusiones

- Tras el inicio de la vigencia del COIP, como lo fue en el año dos mil catorce, al aplicar por primera vez sus disposiciones normativas a los casos delictivos, por parte de los Juzgadores, se observa en ocasiones vacíos legales y/o conceptos muy generalizados en el tipo penal del abuso sexual, que, ante el universo de posibilidades, que resultan de las circunstancias del interactuar del ser humano en sociedad, se torna una ley injusta y desproporcional.
- Una pena desproporcional e injusta avalada por las mismas normas penales, genera desconfianza en el sistema de justicia de un país, ya que, la persona procesada y sus familiares sentirán la inequidad cometida al haberse aplicado una pena desmesurada, no acorde a la infracción cometida, violando así los derechos humanos del privado de la libertad, ya pues socialmente también será condenado por el solo hecho de tener la misma pena de privación de la libertad de quien cometió un acto mucho más gravoso, dentro de la misma esfera del delito del abuso sexual.
- Se tiene que trabajar no solo en la punibilidad, sino también en campañas de prevención de este tipo de delitos, socializando el respeto, paz y el bienestar

social, a través de intervención en los diferentes sectores de la sociedad como lo son barrios, parroquias, comunidades, unidades educativas, lugares deportivos, universidades, empresas, comercios, servicio de transporte público, etc., para de esa manera promover una concientización y cambio social, en el que se procure respeto hacia la integridad física, psíquica y sexual de los habitantes.

- Es necesario que haya conciencia de parte de los legisladores que regulan las normas del Ecuador, en formar comisiones que se dediquen a estar en contacto directo con la sociedad que es la usuaria del sistema judicial del país, en donde se haga una intervención cada cierto tiempo y se indague con entrevistas en diferentes provincias, entre las víctimas y/o sus familiares, partes procesales, defensa jurídica, Fiscalía General del Estado y Juzgadores, a cerca de la aplicación de las normas penales, ya que, para casos no tan graves, hay penas extremadamente severas.
- Una vez obtenidos los datos reales de casos de abuso sexual, en los que existan las sentencias ejecutoriadas respectivas, con la información sobre las consideraciones sobre las mismas, de todos los actores de un proceso penal, una Comisión Legislativa deberá analizar en una suerte de comparación, para colocar en balanza a casos con la misma pena privativa de libertad, pero con diferentes circunstancias del hecho delictivo juzgado y observar si se cumple principalmente el principio de proporcionalidad, es decir, si hay conformidad o satisfacción entre la pena impuesta con la magnitud del hecho delictivo de abuso sexual sentenciado, solo así con ese ejercicio, se entenderá la propuesta de reforma del art. 170 del COIP, que se planteó en el presente trabajo académico.
- El tiempo que tenga que cumplir un sentenciado en privación de libertad, afecta de manera directa a la parte financiera del Estado que conlleva manutención del privado de su libertad, por lo que, si le damos una pena realmente proporcional, al hecho cometido, también el país no tendrá egresos por custodiar a personas en prisión por tiempo extenso, además que, actualmente hay altas probabilidades de que se atente en contra de la integridad de los detenidos, por el tema de la crisis carcelaria que vive el país, por lo que, también se podría establecer otras formas de sanción, además de intervención psicológica y una reparación integral innovadora para la víctima con el objeto de prevenir nuevos casos delictivos.
- Aplicar conceptos relacionados con perspectiva de género, análisis de la edad de las partes involucradas, conceptos de dignidad humana, examen del escenario y contexto en los casos de abuso sexual, no significa que, para el procesado sea un deterioro o desmedro de sus derechos, solo se va a emplear una sanción apegada lo más posible a la justicia y proporcionalidad y, por el contrario, aplicar el criterio de proporcionalidad para legislar delitos, no significa dejar de proteger el derecho de las víctimas de abuso sexual.

- El reducir los tiempos establecidos en el rango mínimo de las penas privativas de libertad para este delito no involucra afección en el derecho de la víctima para su acceso a los medios de justicia, la obtención de una pena graduada y la reparación integral que deberá cumplir la persona sancionada, ya que, al momento de valorar el contexto general del delito, si se trata de un hecho imputable grave y con el análisis correspondiente llevará implícito una sanción o penalidad alta, pero también habrá justicia para los casos que no son tan graves con la aplicación de una pena proporcional.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

- Acuña Navas, M. (2014). Abuso sexual en menores de edad: generalidades, consecuencias y prevención. Scielo. Obtenido de https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152014000100006
- Albán Gómez, E. (2015). Manual de Derecho Penal Ecuatoriano. Obtenido de <https://estudiantesecuatorianosderecho.files.wordpress.com/2015/07/manual-de-derecho-penal-ecuatoriano-dr-ernesto-alban-gomez.pdf>
- Álvarez Medina, S., & Bergallo, P. (2020). Violencias contra las mujeres-Relaciones en contexto. Didot.
- Carbonell, M. (2006). Colección de Lecturas Jurídicas de la UNAM, Garantismo Penal. Obtenido de <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/9/4122/9.pdf>
- Caso Rosendo Cantú y otras vs. México (Corte Interamericana de Derechos Humanos 2010). Obtenido de https://www.corteidh.or.cr/cf/jurisprudencia2/ficha_tecnica.cfm?nId_Ficha=339
- Código Orgánico Integral Penal. (2014). Registro Oficial No.180.
- Código Penal. (1971). Obtenido de <https://www.secretariadelamazonia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/05/CODIGO-PENAL-act.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Registro Oficial No. 449.
- Corte Nacional de Justicia, 935-2013 (Sala de lo penal, penal militar, penal policial y tránsito 2015). Obtenido de https://www.cortenacional.gob.ec/cnj/images/pdf/sentencias/sala_penal/2013jn/R1185-2013-J935-2013-ATENTADO%20AL%20PUDOR.pdf

Cortés Arboleda, M. J., Cantón Duarte, J., & Cantón Cortés, D. (2011). Naturaleza de los abusos sexuales a menores y consecuencia en la salud mental de las víctimas. Obtenido de https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-91112011000200013

Fiscalía General de la República de El Salvador, & Justice Education Society Canadá. (2002). Manual de Procesamiento de la escena del delito. Talleres Gráficos UCA. Obtenido de https://escuela.fgr.gob.sv/wp-content/uploads/Leyes/Leyes-2/Manual_Procesamiento_Escena_delDelito.pdf

Navarro Frías, I. (2010). Técnica Legislativa y Derecho Penal. Obtenido de Repositorio Institucional de la Universidad Santiago de Compostela, Estudios Penales y Criminológicos: https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/4159/pg_219-268_penales30.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pablos de Molina, A. (1989). Cuaderno del Instituto Vasco de Criminología. Obtenido de <https://www.ehu.eus/documents/1736829/2163271/09%20-%20La%20aportacion%20de%20la%20criminologia.pdf>

Pérez Alonso, E. (2019). Concepto de abuso sexual: Contenido y límite mínimo del delito de abuso sexual. Indret, revista para el análisis del derecho. Obtenido de <https://indret.com/wp-content/uploads/2020/01/1475-32019.pdf>

Pleno del Consejo de la Judicatura. (2013). Resolución No. 077-2013. Obtenido de <https://www.funcionjudicial.gob.ec/www/pdf/resoluciones/2013cj/077-2013.PDF>

Pleno del Consejo de la Judicatura. (2021). Resolución No. 141-2021. Obtenido de <https://funcionjudicial.gob.ec/www/pdf/resoluciones/2021/141-2021.pdf>

Rojas, I. Y. (2015). La Proporcionalidad en las penas. Pensamiento Penal. Obtenido de Pensamiento Penal: <https://www.pensamientopenal.com.ar/system/files/2015/11/doctrina42462.pdf>

Silva Rosales, P. (2004). Perspectiva de Género. México: Plaza y Valdés S.A. Obtenido de https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=iEKNMJir07QC&oi=fnd&pg=PA13&dq=analisis+de+lo+que+es+la+perspectiva+de+genero&ots=KbTb2jKwNF&sig=5xFSxbKcSM6ZRXniazTLe3bnLNs&redir_esc=y#v=onepage&q=analisis%20de%20lo%20que%20es%20la%20perspectiva%20de%20gen

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



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



Indexaciones



Integración de sistemas de gestión en la industria metalmecánica

Integration of management systems in the metalworking industry

- ¹ Marco Benito Reinoso Avecillas  <https://orcid.org/0000-0001-8250-5288>
Docente Universidad Católica de Cuenca, Cuenca – Ecuador
mreinoso@ucacue.edu.ec
- ² Manuel Humberto Juca Juca  <https://orcid.org/0009-0001-5989-5414>
Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca - Ecuador.
manuel.juca@est.ucacue.edu.ec
- ³ Bolívar Francisco Condo Aguirre  <https://orcid.org/0009-0001-6211-3452>
Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca - Ecuador.
bolivar.condo@est.ucacue.edu.ec
- ⁴ Luis Eduardo Zambrano Heras  <https://orcid.org/0009-0003-9709-1518>
Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Católica de Cuenca, Cuenca - Ecuador.
luis.zambrano@est.ucacue.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/01/2024

Revisado: 19/02/2024

Aceptado: 05/03/2024

Publicado: 15/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2987>

Cítese:

Reinoso Avecillas, M. B., Juca Juca, M. H., Condo Aguirre, B. F., & Zambrano Heras, L. E. (2024). Integración de sistemas de gestión en la industria metalmecánica. *ConcienciaDigital*, 7(2), 67-90. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2987>



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International*. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

gestión,
integración,
calidad,
medioambiente,
seguridad,
metalmecánica.

Keywords:

management,
integration,

Resumen

Introducción: en un mundo globalizado y sujeto a vertiginosos cambios, las industrias metalmecánicas se esfuerzan para lograr capacidad de competencia, minimizar impactos ambientales negativos y controlar los niveles de riesgo laboral, mediante el diseño y despliegue de una combinación de estrategias empresariales. **Objetivos:** esta investigación tiene como objetivo desarrollar una guía de implantación de un sistema integrado de gestión para una industria genérica del sector metalmecánico, utilizando normas y metodologías internacionalmente reconocidas que, contribuyan a la satisfacción de los grupos de interés. **Metodología:** este estudio tiene un enfoque cualitativo, de alcance descriptivo y transversal, que involucra un diagnóstico del sector metalmecánico en la provincia del Azuay-Ecuador, la selección de un modelo de integración y el desarrollo de una guía de implantación. La primera fase del estudio involucró una búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas, seguido de una cuantificación del tamaño del sector económico investigado; posteriormente, se practicó una investigación en la Web mediante muestreo probabilístico intencional para estimar el número de empresas certificadas bajo normas internacionales; en la segunda fase, se elaboró una guía de implantación de un sistema integrado de gestión para una industria metalmecánica bajo directrices del anexo de alto nivel, del ciclo de la mejora continua y de las cláusulas normativas de los sistemas a integrar. **Resultados:** esta investigación desarrolló una guía de implantación de un sistema integrado de gestión para una industria metalmecánica genérica, bajo los estándares de las normas ISO: 9001, 14001 y 45001. **Conclusiones:** una de las estrategias para aportar a la eficiencia, a la competitividad y a un adecuado cumplimiento legal del sector productivo de la metalmecánica, es la adopción de un sistema integrado de gestión, articulando a la norma ISO 9001 los requisitos no comunes de la norma ISO 14001 e ISO 45001. **Área de estudio general:** administración. **Área de estudio específica:** gestión.

Abstract

Introduction: in a globalized world subject to dizzying changes, metal-mechanic industries strive to achieve competitive

quality,
environment,
safety,
metalworking.

capacity, minimize negative environmental impacts, and control labor risk levels, through the design and deployment of a combination of business strategies. **Objectives:** the objective of this research is to develop a guide for the implementation of an integrated management system for a generic industry of the metal-mechanic sector, using internationally recognized standards and methodologies that contribute to the satisfaction of stakeholders. **Methodology:** this study has a qualitative, descriptive, and transversal approach, involving a diagnosis of the metal-mechanic sector in the province of Azuay-Ecuador, the selection of an integration model and the development of an implementation guide. The first phase of the study involved a bibliographic search in scientific databases, followed by a quantification of the size of the economic sector under investigation; subsequently, a Web research was carried out through intentional probabilistic sampling to estimate the number of companies certified under international standards; in the second phase, an implementation guide for an integrated management system for a metal-mechanic industry was developed under the guidelines of the high-level annex, the continuous improvement cycle and the normative clauses of the systems to be integrated. **Results:** This research developed a guide for the implementation of an integrated management system for a generic metal-mechanic industry, under the standards of ISO 9001, 14001 and 45001. **Conclusions:** one of the strategies to contribute to the efficiency, competitiveness and adequate legal compliance of the metal-mechanic productive sector is the adoption of an integrated management system, articulating to ISO 9001 the non-common requirements of ISO 14001 and ISO 45001. **General area of study:** administration. **Specific area of study:** management.

Introducción

En la actualidad, en medio de un entorno globalizado y disruptivo, las industrias hacen esfuerzos paralelos para lograr mayor competitividad, cumplimiento legal y respuestas a presiones sociales sobre protección ambiental y seguridad en los entornos laborales. Frente a esta realidad, los sistemas de gestión [SG] se conciben como estrategias eficaces

para elevar el desempeño organizacional de una manera ordenada y sistemática. Para la Organización Internacional de Normalización [ISO], estos SG se conciben como: “conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos” (Organización Internacional de Normalización [ISO], 2015a, p. 17). Partiendo de las teorías sobre la administración de la calidad formuladas por: Joseph Juran, Edward Deming, Kaouru Ishikawa, Armand Feigenbaum, Phillip Crosby, entre otros, estos SG se han mantenido en perfeccionado y en 2012 ISO publica la Guía 83 que posteriormente se convertiría en el Anexo SL o Estructura de Alto Nivel, constituyéndose en el modelo recomendado para la integración. Esta estructura de armonización permite a las empresas alcanzar un conjunto de importantes ventajas entre las que sobresalen: la cobertura de necesidades y expectativas de los grupos de interesados, mejor imagen organizacional, dirección integrada a objetivos, controles y mejora, una mayor eficiencia y eficacia de las operaciones, entre otras (Barafort et al., 2017; Talapatra et al. 2019; Perdomo & Hernández, 2020). Nunhes et al. (2017) analizan 14 empresas brasileñas certificadas bajo las normas ISO 9001, ISO 14001 y OHSAS 1800, detectando como elementos más integrados a la alta responsabilidad directiva, comunicación interna, rendición de cuentas; como beneficios se destaca una mejor eficacia y comunicación interna, toma de decisiones más ágiles, mayor calidad y fiabilidad de los bienes y servicios ofertados y; como principales dificultades, identifican a la cantidad de trabajo y recursos humanos que demanda el proceso de integración.

Algheriani et al. (2019) desarrollan un modelo de riesgos para integrar ISO 9001, ISO 14001, ISO 27001, ISO 45001 e ISO 22000, logrando con ello disminuir la cantidad de recursos involucrados y elevar el rendimiento organizacional. En el mismo sentido Alzate et al. (2019), elaboran un modelo de un sistema integrado de gestión [SIG] de calidad y ambiente en una siderúrgica; este modelo se estructura en dos etapas: por un lado, el diagnóstico y por otro el SIG. En la etapa de diagnóstico se identifica niveles de cumplimiento que van desde el 33% en cuanto contexto de la organización hasta el 78% en la mejora; las debilidades más pronunciadas se refieren al análisis de datos y la evaluación del desempeño; la segunda etapa se diseña desde un enfoque sistémico, sustentado en la estructura de alto nivel [HSL] y el ciclo PHVA [Planear, Hacer, Verificar y Actuar].

Molina et al. (2022) implementan un SIG para las normas ISO 14001 e ISO 45001 en el ámbito de la construcción en Colombia, evidenciándose beneficios como: ahorros y sinergias, mayor confianza y visibilidad en el mercado, unificación de controles y operaciones. Según Chiarini & Cherrafi (2023), la apertura de un nuevo debate sobre la integración se direcciona a la coexistencia de un SG con los nuevos requisitos de la Industria 4.0 y, específicamente, frente a los avances en términos de inteligencia artificial. Delgado et al. (2019) desarrollan un mecanismo para implementar un SIG bajo ISO

9001:2015, ISO 14001:2015 e ISO 17025:2015, en la Escuela Politécnica Nacional, en Ecuador; esta investigación utiliza dos metodologías, la primera de integración total y la segunda de alineamiento. Según un diagnóstico situacional practicado por Quezada et al. (2018), el enfoque estratégico de las Pymes metalmecánicas ecuatorianas es limitado o ausente, en dónde no se consideran oportunamente factores ambientales y sociales, situación que limita significativamente su capacidad de competencia.

De esta contextualización se desprende que la integración de los SG viene ganado espacio en la administración empresarial, generando beneficios evidentes en la organización, traduciéndose en: mejoras en la imagen hacia el mercado, mayor posicionamiento, competitividad y cumplimiento de la legislación y de otros requisitos. En el ámbito legal, el Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo del Ecuador (CISHT, 2018), mediante resolución N. 2018-001, categoriza a la actividad: fabricación de productos elaborados de metal, excepto maquinaria y equipo, como una actividad de riesgo laboral alto, y que el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE, 2012), mediante Acuerdo Ministerial 142, Anexo B, considera a: Fabricación de productos elaborados de metal dentro del Listado de Desechos Peligrosos; en consecuencia, se vuelve necesario mediante la investigación responder a la interrogante ¿cómo desarrollar un sistema integrado de gestión aplicable a las industrias metalmecánicas, bajo los estándares ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001? El objetivo de esta investigación es desarrollar una guía de implantación de un SIG bajo normas ISO, para una industria genérica del sector metalmecánico, utilizando metodologías internacionalmente reconocidas, que contribuya a la cobertura de requisitos de las partes interesadas, procurando aportar a la eficiencia y competitividad del referido sector productivo en la provincia del Azuay-Ecuador.

Marco Teórico

Estructura, modelos y estrategias de implantación de los sistemas de gestión

En un entorno empresarial globalizado, disruptivo y cada vez más competitivo, es determinante que las organizaciones diseñen estrategias orientadas a la optimización de los procesos y a la innovación de productos y servicios [P&S] (De Oliveira et al., 2019); en este escenario la mejora continua se convierte en la clave para alcanzar avances significativos frente a: los objetivos de la calidad, a la sostenibilidad ambiental y a la seguridad en los ambientes de trabajo (Gutiérrez & Ibáñez, 2021). La mejora continua por su parte se define como una: “actividad recurrente para mejorar el desempeño” (ISO, 2015a); por otro lado, Lay De León et al. (2022), conciben a la mejora continua como un agente para elevar la productividad organizacional, agregar valor para el cliente y aportar a la competitividad, utilizando entre las herramientas el ciclo PHVA, que permite la mejora continua, aplicable a proyectos, procesos y a un sistema de gestión como un todo (González et al., 2020).

Los sistemas como ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 [ISO/9K1-14K1-45K1], se orientan bajo: el enfoque a procesos, enfoque al cliente, liderazgo, decisiones tomadas con base en la evidencia, compromiso con los involucrados y con la gestión de las relaciones 9000:2015 (ISO, 2015a). El estándar ISO 9001:2015, guía la aplicación de requisitos técnicos en la implantación de un sistema de gestión de la calidad [SGC] (ISO, 2015b); la norma ISO 14001:2015 orienta la aplicación de requisitos técnicos en la implementación de un sistema de gestión ambiental [SGA] (ISO, 2015c) y, la norma ISO 45001:2018 busca establecer un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo [SGSST] (ISO, 2018). Si bien estas normas técnicas no son de obligado cumplimiento para las empresas en Ecuador, pero se han establecido como eje fundamental que complementa la planificación estratégica.

Un SIG está entre los documentos administrativos que últimamente ha experimentado un significativo despliegue; varios autores justifican esta evolución en la globalización, los tratados comerciales, la rentabilidad, la disrupción tecnológica, las exigencias legales y en las presiones sociales sobre los riesgos ambientales y los riesgos para la salud de los colaboradores (Gisbert & Esengeldiev, 2014; Duque, 2017). Para la integración de los sistemas se han propuesto diversos modelos; Karapetrovic (2002) propone un SIG configurado por un núcleo de requisitos comunes a los sistemas que se integran, y por otro estructurado con los requisitos exclusivos, que se van integrando al SGC adoptado como sistema base. La Asociación Española de Normalización (AENOR, 2005), en la norma UNE 66177:2005, proporciona directrices sobre el proceso de integración de estándares ISO basado en el ciclo PHVA. Sampaio et al. (2012) identifica tres modelos de integración: 1) Modelo Sistémico, que combina al SGC, SGA y el SGSST, 2) Modelo Evolutivo, que basa la integración a la norma ISO 9001 y, 3) Modelo Sinérgico, que considera la unión de requisitos comunes de estas tres normas.

Tabla 1

Estructura de HSL para estándares ISO

N.º	Cláusula	ISO 9001:2015	ISO 14001:2015	ISO 45001:2018
4.	Contexto de MM	4.1; 4.2	4.1; 4.2	4.1; 4.2
		4.3 Alcance	4.3 Alcance	4.3 Alcance
		4.4 SGC	4.4 SGA	4.4 SGSST
5.	Liderazgo	5.1	5.1	5.1
		5.2 Política Calidad	5.2 Política Ambiental	5.2 Política de SST
		5.3	5.3	5.3
		-	-	5.4 Consulta y participación a trabajadores

Tabla 1
Estructura de HSL para estándares ISO (continuación)

N.º	Cláusula	ISO 9001:2015	ISO 14001:2015	ISO 45001:2018
6.	Planificación	6.1 Objetivos Calidad 6.2 6.3	6.1 Objetivos Ambientales 6.2 6.3	6.1 Objetivos SST 6.2 6.3
7.	Soporte	7.1; 7.2; 7.3; 7.4; 7.5 8.1	7.1; 7.2; 7.3; 7.4; 7.5 8.1	7.1; 7.2; 7.3; 7.4; 7.5 8.1
8.	Operación	8.2 Requisitos p&s 8.3; 8.4; 8.5; 8.6; 8.7	8.2 Preparación y respuestas a emergencias -	8.2 Preparación y respuestas ante emergencias -
9.	Evaluación del desempeño	9.1; 9.2; 9.3	9.1; 9.2; 9.3	9.1; 9.2; 9.3
10.	Mejora	10.1; 10.2; 10.3	10.1; 10.2; 10.3	10.1; 10.2; 10.3

Nota: Adaptado de ISO/9K1-14K1-45K1.

Fuente: ISO (2015b), ISO (2015c), ISO (2018)

Maier et al. (2013), plantearon la integración basada en el ciclo PHVA, tomando como columna vertebral al SGC bajo ISO 9001. Para Rojas et al. (2020), la integración se manifiesta en la congregación de los sistemas en un solo escenario, pero con alineamiento en las políticas, objetivos, procedimientos y mejora. Para la ISO, la directriz de armonización y desarrollo de nuevas normas denominada HSL, persigue uniformizar y sincronizar requisitos básicos de las normas ISO, promoviendo la integración de los SG para una mejor adaptabilidad, reducción de costos y satisfacción de los stakeholders.

Algunas de las combinaciones de integración más frecuentes utilizan las siguientes normas: ISO 9001, ISO 14001, ISO 22000 (ISO, 2018), ISO 27001 (ISO, 2022), ISO 45001 e ISO 50001 (ISO, 2018). Las lecciones aprendidas por los implementadores recomiendan iniciar con ISO 9001 como la columna vertebral de un SIG y luego incorporar los requisitos de otras normas que se requieran. Tomando en consideración la HSL, la tabla 1 muestra las cláusulas de tres sistemas ISO comúnmente integrados.

Un SIG llevado a la práctica facilita la coordinación y la cooperación en las operaciones empresariales, permite ahorrar tiempos y costos, optimizar la eficiencia y la eficacia con los objetivos organizacionales e impulsa el crecimiento de la empresa, principalmente (Ornelas et al., 2016; Rodríguez, 2017; Cubillos, 2021).

La industria metalmecánica

La metalmecánica es considerada como una de las disciplinas de alta complejidad, vertebradora y catalizadora del desarrollo industrial, por la diversidad de procesos que comprende, tecnologías que utiliza, bienes de capital e insumos que demanda, productos que genera, así como los aspectos ambientales y peligros que involucra. La industria metalmecánica integra un conjunto heterogéneo de procesos manufactureros que, utilizando productos de la industria siderúrgica, los agrega valor y consigue una inmensa gama de bienes que son claves para el desarrollo de otras actividades productivas. Los principales procesos que involucra la industria metalmecánica son: 1) procesos de cambio de forma en frío o caliente; 2) procesos de remoción de material; 3) procesos de ensamble y; 4) procesos de mejoramiento de propiedades (López et al., 2016; Pinto, 2017).

Considerando esta diversidad de procesos, es preciso suponer que de ellos se derivan riesgos ambientales, así como riesgos de seguridad y salud ocupacional (Asociación de Bancos Privados del Ecuador [ASOBANCA], 2022). Entre los principales aspectos que pueden afectar al medio ambiente está la generación de: 1) residuos sólidos; 2) ruido; 3) derrame de sustancias químicas; 4) emisiones gaseosas y; 5) descargas líquidas. Los riesgos laborales significativos detectados en estos procesos están relacionados con la exposición a: 1) sustancias químicas, vapores, nieblas y humos; 2) manejo manual de carga, posturas forzadas, movimientos repetitivos y sobreesfuerzo físico; 3) ruido; 4) polvos y proyección de partículas; 5) altas temperaturas; 6) golpes, cortes, punzonamientos y atrapamientos; 7) caídas; 8) exposición a alta tensión y radiaciones y; 9) incendios y explosiones.

Para dimensionar al sector metalmecánico, la Federación Ecuatoriana de Industrias del Metal (FEDIMETAL, 2023), demuestra que esta industria cuenta con una capacidad instalada utilizada del 60%, contribuyendo a la economía con \$ 3.268 millones de dólares USD. anuales, con exportaciones promedio de \$340 millones de USD, que aporta al Producto Interno Bruto Manufacturero [PIB] entre el 10% y 15% y al PIB nacional entre el 1,5% y 3%. La siderurgia y la metalmecánica ecuatoriana generan 92.822 empleos directos y 400.000 empleos indirectos, lo que corresponde al 10% del empleo manufacturero no petrolero. A nivel del Azuay, estos datos se expresarían en proporción a los 1.925 contribuyentes activos que integran el sector metalmecánico [1.679 personas naturales y 246 sociedades] que se registran en el Catastro del Servicio de Rentas Internas del Azuay (Servicio de Rentas Internas del Ecuador [SRI], 2023).

Metodología

Ese estudio tiene un enfoque cualitativo, con alcance descriptivo y transversal. En su primera parte, se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos como *Science Direct* y en bibliotecas electrónicas como *SciELO* y *Redalyc*. En el ámbito legal, se identificó la

normativa que da calificación a la industria en términos de riesgos ambientales y de seguridad. Posteriormente, se analizó el catastro de contribuyentes del SRI para cuantificar el tamaño del sector en el Azuay y orientar una investigación en la Web, lo que permitió analizar a 40 sociedades sobre la disponibilidad de certificación en: ISO/9K1-14K1-45K1; los datos recopilados se tabularon y se cuantificó la disponibilidad de SG certificados.

Finalmente, previo a la comprensión suficiente de las normas técnicas referidas, se diseñó una guía de implantación para un SIG, aplicable al constructo ISO/9K1-14K1-45K1, bajo la estructura de HLS, siguiendo directrices de la norma UNE 66177:2005, enfocado a procesos y bajo las etapas del ciclo PHVA.

Resultados

De la base de datos del SRI, 155.599 contribuyentes en Azuay se encuentran activos, 1.925 contribuyentes pertenecen al sector de la metalmecánica, distribuido así: 1.679 personas naturales y 246 sociedades. Con una muestra de 40 sociedades de las 246 identificadas, se cuantificó la proporción de certificaciones, cuyos datos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Sondeo del número de certificaciones en industrias metalmecánicas en Azuay

	Certificaciones			
	ISO 9001	ISO 14001	ISO 45001	SIG
Nº de certificados	8	4	2	2
Porcentaje	20%	10%	5%	5%

Nota: la tabla muestra la adopción de las normas técnicas en el sector estudiado.

Fuente: ISO (2015a), ISO (2015c), ISO (2018)

Desarrollo de la guía de implantación del SIG

La propuesta de integración considera una industria metalmecánica genérica bajo la denominación MM; la propuesta de estructura articula las cláusulas y requisitos de las normas técnicas ISO/9K1-14K1-45K1, tomando como referencia el ciclo PHVA y el método de integración descrito en la norma UNE 66177:2005.

El Contexto de MM

La información relativa a los factores internos y externos relevantes [factores bajo control y fuera de control de MM] que pueden influir en: los resultados, objetivos y en el

desarrollo de las operaciones de MM, se mantiene documentada y es la información de entrada para la toma de decisiones estratégicas. Las cuestiones externas e internas [aspectos positivos y negativos] parten del análisis y seguimiento de los sectores de interés, involucrando factores tales como: políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales [PESTAL]; factores competitivos, de mercado y legales vigentes y; el análisis de las capacidades internas mediante el análisis FODA [fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas], mismo que evidencia las brechas organizacionales a ser intervenidas mediante acciones estratégicas en el plan correspondiente. Los resultados de estos análisis se documentan, y la actualización es al menos anual, en el primer trimestre, o cuando sea necesaria e implique cambios en SIG.

A partir del análisis del ambiente externo e interno, MM determina como partes interesadas a: [listar], cuyos requisitos son: [listar requisitos de cada parte] y los requisitos legales son: [listar requisitos legales]. MM hace el seguimiento, revisa esta información [definir frecuencia y circunstancias] y, de ser adecuado, se modifican las condiciones, características o requisitos.

El alcance de MM es: [descripción clara de los procesos incluidos en el SIG, P&S ofertados, el sector al que engloba y las disposiciones legales y normativas vigentes]; este alcance comprende desde el proceso “X” hasta el proceso “Y”. MM publica y mantiene actualizado su catálogo digital de P&S y aplica los requisitos de ISO 9001:2015 [declarar exclusiones en caso necesario]; las normas ISO/9K1-14K1-45K1 se implantan integralmente.

MM involucra los procesos que se describen en el manual de procesos [incluir el mapa de macro procesos del SIG de la empresa]. MM estructura su SIG bajo tres macro procesos: estratégicos, operativos y procesos de soporte y, evalúa sus procesos según el indicador, utilización de capacidad instalada [especificar meta]; la información fuente para la evaluación reside en documentos técnicos físicos y/o digitales. Los procesos de MM y los subprocesos se caracterizan en el manual de procesos que, describe su interacción y la información relacionada con: fuentes de las entradas, las entradas, el procedimiento, las salidas y los receptores de las salidas; en cada proceso se especifica el objetivo, el alcance, el responsable, los recursos necesarios, los indicadores, los requisitos aplicables y los documentos vinculados.

Liderazgo

La Gerencia de MM lidera y se compromete ante el SIG así: a) rinde cuentas sobre su eficacia cada año [incluye la naturaleza, magnitud e impactos ambientales así como la prevención de lesiones/enfermedades laborales]; b) establece la política integrada y los objetivos del SIG; c) integra las exigencias del SIG a los procesos declarados; d) promueve el enfoque a procesos y el pensamiento basado en riesgos; e) asigna y financia

el presupuesto para el SIG; f) comunica la relevancia de la gestión integrada; g) asegura el logro de los resultados planificados; h) gestiona para lograr eficacia del SIG; i) promueve la mejora; y, j) apoya otros roles vinculados a la dirección. La Gerencia de MM lidera el enfoque al cliente mediante: a) la entrega de P&S, en la cantidad, según el diseño, sin defectos, y que cumpla con todos los requisitos establecidos; b) el abordaje de riesgos y oportunidades; c) el incremento permanente de la satisfacción de los clientes. La política declarada por MM es coherente con su Visión y Misión, se revisa anualmente y se comunica a todas las partes interesadas por la Web [redacción de la misión, visión empresarial y de la política integrada]. La organización de MM incluye: organigrama, roles, funciones, responsabilidades y competencias para cada proceso.

MM ejecuta la consulta y participación mediante la intranet: reglamento de higiene y seguridad [RHS] aprobado, matriz de riesgos, eliminación de peligros, capacitaciones, licencias de trabajo, simulacros, promoción de la salud y, otros requisitos legales. La tabla 3 muestra un conjunto de documentos requeridos para la implantación del SIG

Tabla 3

Documentos obligatorios, no obligatorios y requisitos legales para el SIG: Etapa P

N.º	Cláusula	Documentos
4.	Contexto de la organización: factores internos y externos.	Análisis PESTAL, Análisis de capacidades internas; FODA; Matriz de interesados y sus requisitos; Alcance del SIG, Exclusiones para SGC; Mapa de macroprocesos, Manual de procesos, Plantilla caracterización de procesos.
5.	Liderazgo: dirección y participación.	Misión, visión y valores empresariales; Método determinación de la Política Integrada; Manual de funciones y competencias; Organigrama, Roles y responsabilidades del personal.
6.	Planificación: abordaje de riesgos y oportunidades.	Procedimiento de planificación y abordaje de riesgos y oportunidades; Metodología para abordar riesgos y oportunidades; Criterios para evaluar aspectos ambientales significativos; Matriz de impactos ambientales asociados; Registro de obligaciones de cumplimiento; Método de determinación de objetivos; Plan de acción del SIG.; Formato para gestión de cambios en el SIG; Lista de requisitos legales.

Nota: Adaptado de ISO/9K1-14K1-45K1.

Planificación

MM identifica y aborda los riesgos y las oportunidades a partir de la información del contexto incluyendo: aspectos ambientales, peligros, riesgos y las situaciones de emergencia posibles. Para este propósito MM aplica las metodologías establecidas en la norma ISO 3100:2018 y el Análisis Modal de Fallos y Efectos [AMFE], declara las oportunidades y riesgos priorizados y se incluyen en el plan de acción para abordarlos. El plan para gestionar los riesgos y explotar las oportunidades incluye como mínimo: la oportunidad o riesgo a abordar, el contexto asociado, las partes interesadas vinculadas,

las causas raíz, el efecto, las causas específicas, las acciones, el plazo, el presupuesto y los responsables. La definición de objetivos del SIG y su planificación parten de la dirección estratégica de MM y de su política integrada y, se comunica a los grupos de interesados mediante la página web [de manera selectiva]. Cada objetivo del SIG se estructura considerando: estrategia, objetivo específico, indicador, fórmula de cálculo, meta, acciones, actividades, recursos, plazo, responsables y resultados esperados. Los cambios al SIG realizan de acuerdo con la necesidad para su eficacia y se documentan.

Apoyo

MM cuenta con personal administrativos y operativos laborando en su establecimiento [especificar localización]; se asignan recursos mediante el presupuesto anual, mismo que se evalúa semestralmente. El rol, las responsabilidades y la cantidad de personal se declara en la estructura orgánica. La infraestructura requerida para las operaciones comprende: [descripción de los edificios, máquinas, equipos y servicios asociados] y la gestión de su disponibilidad se realiza a través de un plan de mantenimiento anual. MM asegura un ambiente adecuado conforme a la matriz de riesgos, al RHS legalizado y a la planificación de los recursos presupuestada. La trazabilidad de las mediciones se ejecuta mediante calibres y patrones internos certificados; los equipos de medición se someten a verificación interna y registro antes de su uso; la calibración externa de los equipos de medición y patrones se realiza por lo menos una vez al año en laboratorios certificados. MM designa y contrata personas competentes según la legislación laboral vigente; la toma de conciencia de los colaboradores sobre el SIG se evalúa semestralmente y la comunicación interna y externa es documentada a través de: [descripción de los canales].

La información documental de MM se ejecuta conforme al procedimiento para gestión de información documentada y se encuentra disponible para los usuarios a través del *clouding*. La difusión y manejo de claves de acceso es registrada y confidencial.

Operación

Los requisitos para los P&S de MM se comunican a los clientes y se ejecuta según un procedimiento de marketing y ventas, y comprende: a) la información de los P&S; b) las consultas, los pedidos, los cambios y otra información relacionada; c) la retroalimentación de los clientes y las quejas; d) el control de la propiedad de los clientes y, e) las contingencias imputables a MM detectados por el cliente. Los requisitos de los P&S ofertados cumplen normas técnicas nacionales e internacionales relacionadas y la legislación vigente. MM revisa, documenta y comunica los requisitos especificados y no especificados por el cliente para los P&S y asegura su cumplimiento, incluyendo el tiempo de entrega y las decisiones que involucren cambios en los requisitos.

El diseño y desarrollo [D&D] de los P&S se establece, implementa y mantiene conforme a su alcance y se asegura su posterior provisión. El proceso aplicado es el siguiente: 1) identificar la necesidad de P&S; 2) planificar el D&D; 3) definir entradas del D&D; 4) ejecutar el proceso de D&D; 5) generar resultados del D&D; 6) validar el D&D; y, 7) presentar el D&D. La información específica de las etapas, métodos y controles para el D&D se ejecuta según el procedimiento para el D&D. El D&D de los P&S se ejecuta de acuerdo con el procedimiento de D&D considerando: 1) las entradas para el D&D; 2) los controles del D&D y; 3) las salidas del D&D. Los cambios en el D&D se documentan y conservan.

El control de los procesos, P&S de MM suministrados externamente [proveedores o contratistas] se verifican que sean conformes a los requisitos de calidad, incluyendo su ciclo de vida, los impactos ambientales potenciales y, la conformidad con los requisitos de SST. MM determinar los controles pertinentes cuando: a) estos P&S se incorporan a los P&S de la Empresa; b) los P&S se proporcionan directamente a los clientes y; c) algún proceso o parte de éste es entregado por un proveedor externo. MM coordina sus compras con los proveedores, identifica peligros, evalúa y controla los riesgos para la SST dentro del área de trabajo y, verifica el cumplimiento legal y otros requisitos vinculados. La gestión de los procesos, P&S suministrados externamente se documenta y se ejecuta según el procedimiento de compras y contrataciones, prefiriendo negociar con proveedores certificados. MM asegura que los requisitos sean adecuados antes de comunicar al proveedor externo.

Los detalles de la producción y/o la entrega del servicio de MM se establece en el procedimiento de planificación y control de la producción y los procedimientos aplicables a cada proceso de la cadena de valor [descripción de los procedimientos aplicables]. MM controla en esta etapa los siguientes aspectos: a) información documentada a disponibilidad de los usuarios; b) el uso y disponibilidad de los recursos de seguimiento y medición; c) la realización del seguimiento y medición; d) los criterios de aceptación para los P&S; e) el uso de la instalaciones y el ambiente de trabajo presente; e) la competencia de los colaboradores; f) la validación y revalidación frecuente de su capacidad que permitan lograr resultados declarados; g) las medidas preventivas al error humano y; h) las actividades relacionadas con la liberación, la entrega y luego de la entrega de los P&S.

MM identifica que las salidas estén conformes a los requisitos de los P&S y asegura su trazabilidad identificando los productos de manera permanente o indeleble. MM protege la propiedad del cliente o del proveedor externo; en caso de alguna alteración ocurrida se informa al propietario.

MM preserva los productos de acuerdo con lo establecido en el procedimiento para almacenaje y despacho de productos terminados. MM reemplaza o repara los productos

deteriorados en el transporte o condiciones de uso que, difieran de su necesidad o requisito cuya responsabilidad pueda atribuirse a MM. El alcance de las operaciones luego de la entrega considera los requisitos legales y reglamentarios aplicables y la vida útil prevista de sus P&S [se especifica el tiempo]. Las modificaciones en la producción y en el servicio se controlan y se documentan conforme a los requisitos.

MM libera los P&S al mercado única y exclusivamente cuando se han cumplido a satisfacción con los requisitos; la información derivada se conserva para garantizar la trazabilidad de las revisiones.

Las salidas no conformes en MM se tratan así: a) corrección, que eliminen el defecto o la causa de la no conformidad [NC], b) separación, contención, devolución o suspensión de la entrega de P&S; c) información al cliente sobre salidas no conformes que se requieran despachar al cliente y; d) autorización para admitir bajo concesión [se especifica el beneficio al cliente]. El ajuste a los requisitos una vez corregidas las NC se verifican y se documentan.

MM gestiona los riesgos de SST en el siguiente orden: a) eliminación del peligro; b) sustitución de procesos, materiales o equipos con otros de menor peligro; c) aplicación de controles de ingeniería; d) ejecución de controles administrativos y la formación; e) aplicación de equipos de protección personal [EPP] apropiados.

MM prepara y responde ante emergencias así: a) plan ambiental y RHS legalizado; b) respuesta planificada a eventos reales de emergencia y primeros auxilios; c) información y formación pertinente al personal y a las demás partes interesadas; d) ensayos periódicos y verificación de la capacidad de respuesta planificada, cuando sea factible. Esta información se conserva documentada. En la Tabla 4 se resumen los documentos mínimos requeridos por MM en la etapa H del ciclo de la mejora.

Tabla 4

Documentos obligatorios, no obligatorios y requisitos legales para el SIG: Etapa H

Nº	Cláusula	Documentos
7.	Soporte: recursos, toma de conciencia y comunicación.	Presupuesto anual y ejecutado; Hoja de vida actualizada; Contrato de trabajo inscrito; Exámenes de salud; Lista de máquinas, equipos e instalaciones; Plan anual de mantenimiento; Matriz de riesgos de SST; RHS; Lista de equipos de medición; Certificado de calibración del equipo; Registro de control de equipos de medición; Carpeta del trabajador; Plan de capacitación y registro; Registro de comunicaciones; Procedimiento para gestionar información documentada; Lista maestra de documentos; Registro de entrega-recepción de claves.

Tabla 4

Documentos obligatorios, no obligatorios y requisitos legales para el SIG: Etapa H (continuación)

Nº	Cláusula	Documentos
8.	Operación: ejecución proactiva de la planificación.	Procedimientos, instructivos, especificaciones y documentos de trabajo para cada proceso (<i>clouding</i>); Lista de proveedores; Pedido del cliente; Orden de compra; Evaluación de proveedores; Encuesta a proveedores; Registro de propiedad del cliente; Procedimiento para preparación y respuesta ante emergencias; Plan de emergencias.

Nota: adaptado de ISO/9K1-14K1-45K1

Evaluación del desempeño

MM demuestra la conformidad de sus P&S, su desempeño ambiental, la vigilancia de la salud de los colaboradores, el cumplimiento de la legislación vigente, las estadísticas y la mejora continua, mediante el seguimiento y medición de los objetivos del SIG, para ello: a) verifica el logro de los resultados propuestos mediante datos y el análisis estadístico y; b) hace seguimiento, medición, análisis y la evaluación de la información trimestral tomando información generada por el sistema informático de la Empresa. MM evalúa la eficiencia y la eficacia del SIG a partir de la evaluación de los objetivos; la información que evidencia los resultados se conserva.

MM evalúa satisfacción del cliente mediante una encuesta semestral online, la retroalimentación del cliente a los pedidos despachados y el informe de visitas a los clientes frecuentes.

MM audita su SIG al menos una vez al año [fijar el mes] y determina la conformidad de su SIG con los requisitos. Las auditorías se ejecutan conforme con lo especificado en la norma ISO 19011, garantizando la objetividad e imparcialidad de la auditoría interna con auditores de la propia empresa o contratados.

La gerencia de MM revisa el SIG por lo menos una vez al año. Esta revisión involucra: a) los resultados de las auditorías internas y externas; b) la retroalimentación del cliente sobre los P&S; c) desempeño de cada proceso y la conformidad del producto [satisfacción de los clientes, retroalimentación de los interesados, logro de los objetivos del SIG, desempeño de cada proceso y la conformidad de P&S, NC y acciones correctivas, resultados del seguimiento y medición y, el desempeño de los proveedores]; d) el ajuste de los recursos que se evidencian en el presupuesto anual; e) la eficacia de la gestión de riesgos y oportunidades y; f) las oportunidades para la mejora. La revisión gerencial genera como salidas: a) oportunidades para la mejora; b) necesidad de cambios en el SIG y; c) la determinación de recursos para la mejora. MM documenta y conserva estas revisiones.

Mejora

MM mejora de forma permanente la eficacia del SIG utilizando su política integrada y los objetivos del SIG. Las acciones incluyen: a) mejora de los P&S que permitan cumplir requisitos y necesidades a futuro; b) prevenir, corregir o reducir los efectos no deseados; c) elevar el desempeño y la eficacia del SIG. MM considera una NC como el no cumplimiento de requisitos especificados en su SIG [quejas, auditorías internas y externas, producto no conforme, previsión por la dirección, NC de los procesos y del SIG, accidentes e incidentes y riesgos identificados en el SGSST y en el SGA u otras fuentes]. La evidencia de la NC y las acciones tomadas se conservan. MM, con la revisión por la dirección, emprende acciones de mejora, mismas que se describen en el plan de mejoras. Un incidente y una NC en materia ambiental y de SST se gestiona sin retrasos, para eliminar o minimizar los riesgos asociados. Documentos relacionados a la etapa V y A se presentan en la tabla 5.

Tabla 5

Documentos obligatorios, no obligatorios y requisitos legales para el SIG: Etapas V y A

N.º	Cláusula	Documentos
9.	Evaluación del desempeño: verificación de la implantación del SIG.	Plan y programa de auditoría interna, Informe de auditoría interna, Resultados del monitoreo y medición, Evaluación de cumplimiento legal, Informe de revisión por la dirección, Resultados de acciones correctivas, Plan de mejora, Encuesta satisfacción del cliente.
10.	Mejora: acciones preventivas y de mejora	NC, incidentes y acciones correctivas, Resultados de las acciones correctivas.

Nota: adaptado de ISO/9K1-14K1-45K1

Discusión

Según el sondeo aplicado a la muestra de 40 sociedades metalmecánicas en el Azuay se encontró que, el 20% cuentan con certificación ISO 9001:2015, el 10% con certificación ISO 14001:2015, el 5% con certificación ISO 45001:2015 y el 5% con SIG certificado bajo las tres normas citadas, observándose que el mayor interés de la administración está orientado a la gestión de la calidad. Según Guzmán (2019a, p. 21), en Ecuador, al cierre de 2017 identifica 1.169 empresas certificadas bajo ISO 9001 [equivale al 0,14% de las 843.745 empresas registradas], 192 empresas certificadas bajo ISO 14001 [equivale al 0,02%] y para el caso de OHSAS 18001 no detectó información disponible en fuentes oficiales; además afirma que, a nivel mundial, la relación entre certificación ISO 9001 frente a ISO 14001 es de 3:1 y de ISO 9001 frente a OHSAS 18001 [ahora ISO 45001] es de 12:1, confirmándose con esto el predominio de la norma ISO 9001 sobre las otras normas.

Esta investigación propuso la integración de las normas ISO/9K1-14K1-45K1 para la industria metalmecánica, en virtud de la competitividad del sector, la categorización del sector por parte del CISHT como una actividad de riesgo laboral alto y, la inclusión de la fabricación de productos elaborados de metal dentro del Listado de Desechos Peligrosos por el MAE. Ortiz (2018) sostiene que, debido al auge de los estándares internacionales, se ha popularizado un SIG articulado entre el SGC, SGA y SGSST; para Guzmán (2019b, p. 111) en el Ecuador el 78,5% de las empresas que han certificado un SIG han optado por el alcance SGC-SGA-SGSST; el 7,6% por el alcance SGC-SGA, el 8,9% por SGC-SGSST y el 5,1% por el alcance SGA-SGSST.

Esta propuesta de integración se basó en el modelo HSL, el ciclo PHVA y directrices de UNE 66177:2005 para articular las cláusulas de ISO/9K1-14K1-45K1; combinación similar al modelo de cinco pasos planteado en PAS 99:2012 por el BSI Group de Reino Unido (Rebelo et al., 2016). El modelo propuesto por la investigación coincide con el modelo sistémico identificado por Domínguez et al. (2015), comparte el enfoque evolutivo para la implementación a partir del SGC y concuerda con la sinergia buscada entre los requisitos de las normas a integrar.

Kaupilla et al. (2015) sostienen que, entre las tendencias actuales más destacadas para la armonización de sistemas ISO se encuentra la aplicación de la HSL, propuesta que es compartida por Alzate et al. (2019) en el modelo para implementación de un SIG de calidad y ambiente en una empresa siderúrgica, dónde aplican un modelo construido con enfoque sistémico, basado en la HSL y el ciclo PHVA; este último modelo coincide plenamente con la propuesta de esta investigación.

Conclusiones

- Los beneficios para las industrias de implementar un SIG son evidentes y se manifiestan en las distintas dimensiones empresariales, traducándose en una mejor imagen y confianza que se proyecta hacia el mercado, en un mayor posicionamiento y competitividad de la marca, elevados niveles de eficiencia y productividad, así como en un mejor cumplimiento legal y de otros requisitos de las partes interesadas.
- Esta investigación desarrolló una guía de implantación de un SIG, para una industria metalmecánica genérica, bajo los estándares ISO/9K1-14K1-45K1, procurando aportar a la eficiencia, a la competitividad y a un adecuado cumplimiento legal del sector productivo.
- El análisis de los datos recabados de las empresas metalmecánicas permitió determinar que, en términos de certificación de un SG, por cada estándar ISO 45001 certificado, se tiene dos sistemas ISO 14001 certificados y cuatro sistemas

ISO 9001 certificados; con esto se evidencia el predominio y la naturaleza vertebradora de la norma ISO 9001 en este sector de la actividad industrial.

- El modelo utilizado para el desarrollo de esta guía de integración considera la estructura HSL que incorpora a los requisitos de la norma ISO 9001:2015 los requisitos de ISO 14001:2015 e ISO 45001:2018, tomando como referencia el ciclo PHVA y las directrices para la integración descritas en la norma UNE 66177:2005.
- En virtud de la disruptiva tecnológica, se recomienda que futuras investigaciones identifiquen las implicaciones de la inteligencia artificial en los típicos SG.

Limitaciones del estudio

Por tratarse de una guía para la implantación de un SIG aplicable a una industria genérica del sector metalmecánico y, considerando que cada empresa industrial tiene sus particularidades, este estudio no detalla procedimientos, instructivos ni especificaciones técnicas relacionados con las normas que se integran.

Conflicto de intereses

No existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

- Algheriani, N., Kirin, S., & Spasojevic, V. (2019). Modelo de riesgos para sistema integrado de gestión. *Tehnički vjesnik*, 26(6): 1833-1840.
<https://hrcak.srce.hr/228535>
- Alzate, A., Ramírez, J., & Bedoya, L. (2019). Modelo para la implementación de un sistema integrado de gestión de calidad y ambiental en una empresa siderúrgica. *Ciencias administrativas*, (13): 3-13.
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S2314-37382019000100003&script=sci_abstract&tlng=es
- Asociación de Bancos Privados del Ecuador [ASOBANCA]. (2022). *Guía de Industria Metalmecánica Galvanoplastia*. <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/11.-Guia-Industria-Metalmecanica-y-Galvanoplastia.pdf>
- Asociación Española de Normalización [AENOR]. (2005). *SG - Guía para la integración de los SG, Norma UNE 66177:2005*. <https://www.une.org>
- Barafort, B., Mesquida, L., & Mas, A. (2017). Integrating risk management in IT settings from ISO standards and management systems perspectives. *Computer*

- Standards & Interfaces*, 54 (Part 3): 176-185.
<https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.11.010>
- Chiarini, A. & Cherrafi, A. (2023). *Integrando ISO 9001 e Industria 4.0. Una guía de implementación y un modelo PDCA para el sector manufacturero*. *Total Quality Management & Business Excellence*, 1-26.
<https://doi.org/10.1080/14783363.2023.2192916>
- Comité Interinstitucional de Seguridad e Higiene del Trabajo del Ecuador [CISHT]. (2018, enero 10). *Resolución No. 2018-001, Por la cual se expide la clasificación, categorización y niveles de riesgo laboral en materia de seguridad y prevención de riesgos laborales*. www.insistec.ec
- Cubillos, P., Villota, K., & Rangel Niño, J. (2021). Diseño del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo bajo parámetros de la Resolución 0312 de 2019 para la Ferretería Tornipinturas JR en 2021. *Universidad ECCI*.
<https://repositorio.ecci.edu.co/handle/001/1342>
- De León, Lay R., Acevedo, A., & Acevedo, J. (2022). Guía para la aplicación de una estrategia de mejora continua. *Ingeniería Industrial*, 43(3), 30-48.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362022000300030&lng=es&nrm=iso
- Delgado, M., Cabrera, M., & Pérez, G. (2019). Análisis para la implementación del sistema de gestión de calidad y del sistema de gestión ambiental para el laboratorio de análisis instrumental de la Escuela Politécnica Nacional. *Revista Politécnica*, 42(2), 57-62.
http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292019000100057&lng=es&nrm=iso
- De Oliveira, R., Sousa, S., & De Campos, F. (2019). Lean manufacturing implementation: bibliometric analysis 2007–2018. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 101: 979-988.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-018-2965-y>
- Domínguez, J., Sampaio, P., & Arezes, P. (2015). Analysis of integrated management systems from various perspectives. *Total Quality Management & Business Excellence*, 26(11), 1311-1334. <https://doi.org/10.1080/14783363.2014.931064>
- Duque, D. (2017). Modelo teórico para un sistema integrado de gestión (seguridad, calidad y ambiente). *Ingeniería industrial. Actualidad y nuevas tendencias*, 18: 115-130. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21505240300>

- Federación Ecuatoriana de Industrias del Metal [FEDIMETAL]. (2023). *Análisis de competitividad de la industria metalmecánica*.
<https://fedimetal.com.ec/estadisticas/>
- Gisbert, V., & Esengeldiev, R. (2014). Sistemas integrados de gestión y los beneficios. *3C Empresa*. 3(4):246-257. <http://hdl.handle.net/10251/51295>
- González, S., De León, C., Espinoza, I., & Gracida, E. (2020). Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 25(92): 1863-1883.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8890363>
- Gutiérrez de la Cruz, C., & Ibáñez, M. (2021). Lean six sigma y su importancia en la gestión de cadenas de suministro en las pymes en tiempos de COVID 19. *Revista de Investigación Multidisciplinaria CTSCAFE.2021*, 5(15): 18-18.
<https://www.ctscafe.pe/index.php/ctscafe/article/view/162>
- Guzmán, M. A. (2019a). Implicaciones en la gestión estratégica de las empresas de la integración de los sistemas de gestión de la calidad, medio ambiente y seguridad y salud laboral, basados en estándares internacionales: el caso de Ecuador (Doctoral dissertation, Universidad de Oviedo), pág. 21.
<https://documat.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=246088>
- Guzmán, M. A. (2019b). Implicaciones en la gestión estratégica de las empresas de la integración de los sistemas de gestión de la calidad, medio ambiente y seguridad y salud laboral, basados en estándares internacionales: el caso de Ecuador (Doctoral dissertation, Universidad de Oviedo), pág. 111.
<https://documat.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=246088>
- Karapetrovic, S. (2002). Strategies for the integration of management systems and standards. *The TQM Magazine*, 14(1): 61-67.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09544780210414254/full/html>
- Kaupilla, O., Härkönen, J., & Väyrynen, S. (2015). Integrated HSEQ management systems: developments and trends. *International Journal for Quality Research*, 9(2), 231-242 <https://urn.fi/URN:NBN:fi-fe202101131734>
- López, G., Sánchez, C., Paz, J., & Ling, J. (2016). Análisis de corrosión en aceros con recubrimientos impacta en la competitividad en la industria metalmecánica de Mexicali. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 24 (69): 39-46.

<https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagcd%3A1%3A12977809/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aagcd%3A125812745&crl=c>

- Maier, D., Olaru, M., Hohan, A. & Maier, A. (2013). Development of an organization by adopting the integrated management systems. Proceedings of the European Conference on Management, Leadership & Governance, pp. 507-514.
<http://web.b.ebscohost.com.ez.uamerica.edu.co/ehost/pdfviewer/pdfviewer?sid=dce6c349-c41f-44e5-a9b2-88bdc2aef2ad%40sessionmgr104&vid=7&hid=128>
- Ministerio del Ambiente del Ecuador [MAE]. (2012, octubre 11). Acuerdo Ministerial No. 142, por el cual acuerda expedir el listado de desechos peligrosos.
[https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC120157/#:~:text=Ecuador%20\(Nivel%20nacional\)-,Acuerdo%20N%C2%BA%20142%20%2D%20Listados%20nacionales%20de%20sustancias%20qu%C3%ADmicas%20peligrosas%2C%20desechos,21%20de%20diciembre%20de%202012.](https://www.fao.org/faolex/results/details/es/c/LEX-FAOC120157/#:~:text=Ecuador%20(Nivel%20nacional)-,Acuerdo%20N%C2%BA%20142%20%2D%20Listados%20nacionales%20de%20sustancias%20qu%C3%ADmicas%20peligrosas%2C%20desechos,21%20de%20diciembre%20de%202012.)
- Molina, S., Cervera, J., & Pulido, A. (2022). Implementación de una metodología para la integración de SG basada en las normas NTC-ISO 14001: 2015 y NTC-ISO 45001: 2018: Un caso de estudio en el sector de la construcción. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 30(4), 769-779. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052022000400769>
- Nunhes, T., Barbosa, L., & De Oliveira, O. (2017). Identification and analysis of the elements and functions integrable in integrated management systems. *Journal of cleaner production*, 142: 3225-3235.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.147>
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015a). *Norma ISO 9000:2015 SG de la calidad — Fundamentos y vocabulario*. <http://www.iso.org>.
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015b). *Norma ISO 9001:2015 SG de la calidad — Requisitos*. <http://www.iso.org>.
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2015c). *Norma ISO 14001:2015 SG ambiental — Requisitos con orientación para su uso*. <http://www.iso.org>.
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2018). *Norma ISO 22000:2018 Sistemas de gestión de la inocuidad de alimentos — Requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria*.
<https://www.iso.org/es/home/standards/popular-standards/iso-22000-food-safety.html>

- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2018). *Norma ISO 27001:2022. Seguridad de la información, ciberseguridad y protección de la privacidad*. <https://www.iso.org/es/normas/mas-comunes/familia-iso-27000>
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2018). *Norma ISO 45001:2018 SG de seguridad y salud en el trabajo — Requisitos con orientación para su uso*. <http://www.iso.org>.
- Organización Internacional de Normalización [ISO]. (2018). *Norma ISO 50001:2018. Sistemas de gestión de la energía. Requisitos con orientación para su uso*. <https://www.iso.org/es/home/standards/popular-standards/iso-50001--energy-management.html>
- Ornelas, C., Tafoya, E., Rodríguez, M., Olvera, M. & Ventura, E. (2016). Beneficios de las Certificaciones en ISO 9001: 2008 y en ISO TS 16949: 2009 en Empresas de Aguascalientes. *Conciencia tecnológica*, (52), 19-25. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6409011>
- Ortiz, Y. (2018). El impacto de los sistemas integrados de gestión HSEQ en las organizaciones de América Latina: una revisión sistemática. *Revista Chilena de Economía y Sociedad*, 12(2): 76-93. <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://rches.utem.cl/wp-content/uploads/sites/8/2019/01/revista-CHES-vol12-n2-2018-Ortiz-2.pdf>.
- Perdomo, C. & Hernández, A. (2020). Sistemas integrados de gestión de calidad y ventajas competitivas en la empresa Cadefihuila, Huila, Colombia. *In Tendencias Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica. XII*, 378-392. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8095523>
- Pinto, A. (2017). *Manual de metal mecánica. Una guía indispensable para estudiantes, profesionales e industriales. Basado en las principales normas internacionales*. Editorial Hipertexto SAS.
- Quezada, W., Hernández, G., González, E., Comas, R., Quezada, F., & Molina, F. (2018). Gestión de la tecnología y su proceso de transferencia en Pequeñas y Medianas Empresas metalmecánicas del Ecuador. *Ingeniería Industrial*, 39(3), 303-314. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362018000300303&lng=es&tlng=en.
- Rebelo, M., Santos, G., & Silva, R. (2016). Integration of management systems: towards a sustained success and development of organizations. *Journal of cleaner production*, 127: 96-111. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652616302712>

- Rodríguez, M. (2017). Propuesta de alineación del Sistema Integrado de Gestión del ICBF Regional Bogotá con las normas ISO 9001: 2015, ISO 14001: 2015 y OHSAS 18001: 2007. *Signos: Investigación en SG*, 9(2): 57-72.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6726303>
- Rojas, C., Hernández, H. & Niebles, W. (2020). Gestión administrativa sustentable de los sistemas integrados de gestión en los servicios de salud. *Revista Espacios*, 41(01). <https://ww.revistaespacios.com/a20v41n01/20410106.html>
- Sampaio, P., Saraiva, P. & Domínguez, P. (2012). Management systems: integration or addition? *International Journal of Quality & Reliability Management*, 29(4): 402-424.
<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/02656711211224857/full/full/html>
- Servicio de Rentas Internas del Ecuador [SRI]. (2023). *Catastro RUC por provincias*.
<https://www.sri.gob.ec/datos-abiertos>
- Talapatra, S., Santos, G., Sharf Uddin, K., & Carvalho, F. (2019). Main benefits of integrated management systems through literature review. *On Quality Innovation and Sustainability*, 85: 85-91. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.researchgate.net/profile/Jose-Sa-10/publication/348370448_Proceedings_of_the_1st_Conference_on_Quality_Innovation_and_Sustainability_-_ICQIS2019_-_Valenca_Portugal_-_June_2019.

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



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



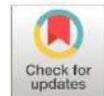
Indexaciones



Evaluación del impacto ambiental de los residuos de los equipos de protección industrial: una revisión sistemática del arte postpandemia

Environmental impact assessment of industrial protective equipment waste: a systematic review of the post-pandemic art

- ¹ Edison Miguel Verdezoto Espinoza  <https://orcid.org/0000-0001-8559-0991>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
everdezoto@unach.edu.ec
- ² Dayana Andrea Chilinguina Guerra  <https://orcid.org/0009-0000-7970-9247>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
dayana.chilinguina@unach.edu.ec
- ³ Leicer Iván Enriquez Illanes  <https://orcid.org/0009-0005-4262-0341>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
leicer.enriquez@unach.edu.ec
- ⁴ Javier Fernando Vallejo Tixi  <https://orcid.org/0009-0000-0585-9111>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
javier.vallejo@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 16/12/2023

Revisado: 19/01/2024

Aceptado: 09/02/2024

Publicado: 15/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2991>

Cítese:

Verdezoto Espinoza, E. M., Chilinguina Guerra, D. A., Enriquez Illanes, L. I., & Vallejo Tixi, J. F. (2024). Evaluación del impacto ambiental de los residuos de los equipos de protección industrial: una revisión sistemática del arte postpandemia. *ConcienciaDigital*, 7(2), 91-107. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2991>



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

evaluación,
impacto,
ambiental, equipos,
protección,
personal.

Keywords:

evaluation,
impact,
environmental,
equipment,

Resumen

Introducción: En el mundo durante la pandemia provocada por el COVID 19, se generaron alrededor de 8,4 y 9,2 millones de toneladas de residuos plásticos que incluyen en su mayoría los equipos de protección industrial (EPP), que fueron utilizados por toda la población mundial principalmente para frenar el nivel de contagio del Coronavirus. Sin embargo, muchos de estos residuos terminaron como desechos en ríos, océanos o incinerados, lo cual ha contribuido a un impacto ambiental negativo, mismo que es la fuente de cambios climáticos, aumento del efecto invernadero, contaminación principalmente marítima y la muerte de cientos de especies. **Objetivo:** Realizar una revisión sistemática de las evaluaciones del impacto ambiental de los generados por los residuos de los equipos de protección industrial postpandemia. **Resultados:** Las distintas investigaciones muestran claramente la inadecuada gestión de residuos sólidos que existe a nivel general, en términos de huella de carbono y huella energética de los residuos de equipos de protección el impacto al ambiente es inminentemente negativo, además se pudo demostrar a liberación de micro plásticos (MP) y microfibras (MF) de los EPP desechados se convierte en una amenaza emergente para la sostenibilidad ambiental. **Discusión:** Las investigaciones desarrolladas alrededor del problema generado por los residuos sólidos de los equipos de protección personal son el soporte para mostrar el pésimo manejo de residuos que se tiene en todo el mundo, especialmente en países poco desarrollados, pero aún más importante la necesidad de implementar programas de concientizar social y por otro lado generar políticas ambientales que mitiguen contaminación postpandemia. **Conclusión:** Se concluyó que las investigaciones desarrolladas establecieron impactos considerable negativos al medio ambiente, entre los que se encuentra generación de residuos sólidos por los EPP que siguen generando contaminación en afluentes hídricos y en la atmósfera.

Abstract

Introduction: In the world during the pandemic caused by COVID 19, about 8.4 and 9.2 million tons of plastic waste were generated, which include mostly industrial protective equipment (PPE), which were used by the entire world population to curb

protection,
personnel.

the level of Coronavirus contagion. However, much of this waste ended up as debris in rivers, oceans or incinerated, which has contributed to a negative environmental impact, which is the source of climate change, increased greenhouse effect, marine pollution, and the death of hundreds of species. **Objective:** To conduct a systematic review of the environmental impact assessments of post-pandemic industrial protective equipment waste. **Results:** The different investigations clearly show the inadequate management of solid waste that exists at a general level, in terms of carbon footprint and energy footprint of the waste from protective equipment the impact on the environment is imminently negative, in addition it could be demonstrated that the release of micro plastics (MP) and microfibers (MF) from discarded PPE becomes an emerging threat to environmental sustainability. **Discussion:** The research developed around the problem generated by solid waste from personal protective equipment (PPE) is the support to show the bad waste management around the world, especially in underdeveloped countries, but even more important is the need to implement social awareness programs and on the other hand to generate environmental policies to mitigate post-pandemic contamination. **Conclusion:** It was concluded that the research conducted established considerable negative impacts on the environment, among which is the generation of solid waste from PPE that continues to generate pollution in waterways and in the atmosphere.

Introducción

Actualmente existe una crisis ambiental a escala mundial debido a un manejo erróneo de residuos sólidos que tienen como fuente los equipos de protección personal (EPP) utilizados durante la pandemia del Coronavirus, por lo que es necesaria la implementación de "Sistemas eficaces de procesamiento de residuos sólidos, mismos que permitan proteger la biodiversidad y los ecosistemas, esto con el fin de garantizar en un futuro el saneamiento ambiental provocado por el uso desmesurado e improvisado de EPP industriales" (Franchini & Mauad, 2022). En este sentido cabe recalcar que el uso de equipos de protección personal que antes eran utilizados exclusivamente en la Industria y su empleo como medida de protección ante el contagio aumentó la demanda de estos

durante la pandemia, este aumento en la actualidad está generando graves problemas ambientales según distintos estudios realizados.

El COVID-19 generó una pandemia que impactó a nivel mundial, provocó millones de personas contagiadas y muchas de ellas perecieron, pero el cambio se dio también en las organizaciones, que tuvieron que adaptarse a la nueva realidad. Las actividades industriales se vieron afectadas notoriamente, esto principalmente por el aislamiento social, la cuarentena y los confinamientos. En este contexto, "la economía sufrió una caída drástica, así como una disminución de los ingresos y la calidad de vida de las personas, quienes tuvieron que protegerse del virus utilizando incluso EPP de uso industrial" (Severo et al., 2023). En este contexto la cantidad de desechos aumentó de manera desmesurada, generando un impacto negativo al medio ambiente.

La pandemia originada por el COVID-19 ejerció mucha presión sobre el sistema de gestión de residuos existente, esto debido "Al consumo excesivo de equipos de protección personal, la producción industrial aumentada para la elaboración de insumos como protectores faciales que eran utilizados netamente en la industria y que por urgencia fueron empleados para evitar el contagio" (Rhee, 2020). Por lo que la eliminación inadecuada de EPP muestra en las distintas investigaciones el impacto negativo en el medio ambiente, impacto que está presente a nivel mundial y que sus consecuencias son más notorias en las zonas costeras, en donde se han desarrollado estudios para mitigar estos impactos y poder establecer medidas de saneamiento ambiental.

El EPP se produce a partir de una variedad de polímeros y materiales diferentes: poliacrilonitrilo, las mascarillas faciales de polipropileno y/o poliuretano, látex, vinilo, polímeros sintéticos y los guantes desechables de nitrilo y cuero, y otras fibras sintéticas, mismas que al desprenderse provocan fugas contaminantes, es por ello por lo que "La eliminación inadecuada de EPP pueden causar estrés a la infraestructura y a los sistemas de gestión de residuos" (Czigany & Ronkay, 2020). Por lo antes acotado, los residuos de EPP generados en la pandemia deben ser tratados a través de sistemas de gestión de residuos especializados y estrictamente regulados, que a menudo implican la esterilización e incineración de dichos residuos, buscando un menor impacto en la afectación al medio ambiente.

Los equipos de protección personal se clasifican en muchos tipos, incluyendo los protectores faciales, mismos que eran hasta antes de la pandemia de uso exclusivo en el sector industrial. Esto provocó que la demanda de EPP aumentara considerablemente en todo el mundo, "Se estima que cada mes se utilizaron alrededor de 65 mil millones de protectores faciales en todo el mundo. Al final, añade una gran carga a los sistemas tradicionales de gestión de residuos sólidos" (Prata et al., 2020). Siendo esta carga un problema ambiental en todo el mundo y que sigue provocando preocupación a los gobiernos de turno.

Según la Organización de las Naciones Unidas (ONU), la alta producción de desechos con riesgo biológico contaminante producidos por el virus que causa el COVID-19, contribuye de manera significativa a la contaminación del medio ambiente y sus elementos, elevando el riesgo de proliferación de enfermedades y saturan los sistemas de tratamiento de desechos sólidos. Por esta razón educar y concientizar a la población en general sobre un adecuado manejo de residuos provenientes del uso de EPP representa un reto para cada país principalmente a nivel cultural.

Durante la pandemia, empresas tanto públicas como privadas de todos los ámbitos implementaron medidas de bioseguridad que les permita cumplir con sus roles, siendo "Las principales el uso de equipos de protección industrial de un solo uso (guantes, mascarillas convencionales, tapabocas N95, lentes de protección, viseras), por lo que la cantidad de residuos se incrementó drásticamente a nivel mundial" (Sánchez-Gutiérrez, 2021). Estas medidas sin duda alguna saturaron los sistemas de procesamiento de desechos sólidos a nivel mundial, provocando afectaciones al medio ambiente hasta la actualidad.

Según la ONU durante la pandemia han generado envíos a varios países de un total de 87.000 toneladas de equipos de protección (Noticias ONU, 2022). Según mencionan un 60 % de unidades de médicas en países subdesarrollados no están equipados para gestionar este nivel de desechos que representan un riesgo para la salud, lo que en países subdesarrollados como el Ecuador dejó en evidencia la falta de tratamiento de residuos que tenemos actualmente y alertaba también sobre el daño que no modernizar estos sistemas le causan al medio ambiente (Basadre, 2021). Por lo antes acotado, se pudo establecer que el impacto ambiental persistirá en los próximos años, y que incluso podría agravarse en caso de no tomar las medidas necesarias para una remediación ambiental adecuada.

El artículo 55 del COOTAD vigente en Ecuador menciona que "Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales son los responsables directos del manejo de sus desechos" Programa 'PNGIDS' Ecuador (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2024). Sin embargo, el tratamiento de estos desechos con la metodología de recolección y disposición final a cielo abierto representan un método obsoleto y poco sostenible, que prácticamente solo se realiza en países poco desarrollados y que sin duda incrementa el impacto ambiental negativo.

El objetivo del presente trabajo de investigación por tanto realizar una revisión sistemática de la investigaciones de las evaluaciones ambientales relacionadas a los EPP, para establecer el impacto que el incremento de este tipo de residuos ha tenido sobre la salud del medio ambiente, así como también el poder concientizar social y políticamente a la población sobre la importancia que tiene proteger al medio ambiente sobre todo en el desecho adecuado de residuos sólidos que generan los EPP, y finalmente implementar

sistemas adecuados y modernos de recolección y de tratamientos de residuos biológicamente contaminantes.

Por lo tanto, se pudo establecer que el "COVID-19 debe considerarse un riesgo holístico para el medio ambiente y la salud pública, así como para las instituciones económicas y sociales globales y la gestión de residuos plásticos" (Silva et al., 2020). En este sentido la afectación al medio ambiente es evidente hasta la actualidad, en donde tenemos botaderos de basura saturados con EPP de tipo industrial y que desprenden fibras que están polucionando el arie de las distintas ciudades.

Metodología

Tipo de investigación científica

La presente investigación es de tipo documental, puesto que está basada en la recopilación bibliográfica de información e investigaciones desarrolladas alrededor del incremento de residuos sólidos provocados por los equipos de protección industrial utilizados durante la pandemia vivida en años anteriores por el COVID-19, con el objetivo de analizar, comparar y establecer el impacto ambiental generado a nivel mundial.

Método científico

El método de investigación utilizado es el Método Sintético, ya que se parte del conocimiento de los diversos panoramas que ha dejado el COVID-19, principalmente en las consecuencias que dejó como impacto negativo al medio ambiente, con la finalidad de alcanzar un conocimiento general de la realidad actual, partiendo de distintas investigaciones para realizar un análisis completo, llegando a desarrollar una explosión metódica y breve de la falta de sistemas de gestión de residuos sólidos en todo el planeta.

Diseño de la investigación

El diseño utilizado es el cualitativo de investigación participativo pues se tiene la finalidad de dar a conocer el impacto que los residuos de equipos de protección industrial utilizados durante la pandemia de los años 2020-2023 han generado sobre el medio ambiente y sobre todo concientizar de la importancia que tiene un manejo adecuado de los residuos para el cuidado de los ecosistemas y por ende de la vida misma, análisis que tiene fundamentación teórica de las distintas investigaciones acotadas en el presente estudio .

Resultados

La población mundial durante la pandemia generó una enorme demanda de equipos de protección personal hechas de plástico. Este material es ampliamente utilizado por su excelente relación resistencia-peso, además de su durabilidad y bajo costo de producción, al punto que elementos como los protectores faciales de uso industrial fueron utilizados

como dispositivos de protección contra el COVID 19. Lamentablemente el uso descontrolado de protectores plásticos se ha convertido en uno de los problemas de afectación al medio ambiente después de ocurrida la pandemia.

En el Ecuador como una medida de protección medio ambiental se diseñaron protocolos para la recolección, manejo y tratamiento de los residuos de equipos de protección industrial y algunos otros catalogados como residuos con riesgo biológico, pero lamentablemente en varias ciudades que no cuentan con un manejo adecuado de sólidos, el problema hasta la actualidad persiste, provocando impactos negativos al ambiente.

Recolección de residuos de equipos de protección industrial en Ecuador

Los desechos de equipos de protección durante la pandemia se categorizaban dentro de los desechos con riesgo biológico y según el protocolo para desechar equipos de protección emitido por la Secretaría de Gestión de Riesgos (2024), se deben seguir los siguientes pasos para una adecuada gestión de desechos:

- Los residuos se almacenan en bolsas plásticas de color rojo en tachos (preferiblemente con tapa y pedal de apertura) de color rojo que deberán estar dispuestos lo más cerca posible al lugar en donde se generan los residuos.
- Cuando la bolsa este a $\frac{3}{4}$ partes de su capacidad se retira del tacho haciendo un nudo en la parte superior.
- Cada bolsa para desechar debe ser pesada y etiquetada con el tipo de desechos y el peso total, tomando en cuenta que no se debe sobrepasar los 10 kilogramos.
- La recolección se realiza en horarios establecidos por los diferentes Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD's) para su posterior eliminación (Protocolos y manuales).

Lo antes acotado, en la mayoría de ciudades no se cumple, esto debido a que no se cuenta con planes de manejo de residuos sólidos, lo que imposibilita un tratamiento adecuado de los equipos de protección personal.

Manejo integral de residuos a nivel municipal

En Ecuador existen empresas que se encargan de recolectar los desechos sólidos altamente contaminantes o con riesgo biológico, como la empresa Metropolitana de Gestión Integral de Residuos Sólidos (EMGIRS-EP).

Esta empresa se encarga de eliminar los desechos bajo el reglamento de “Manejo de Desechos Infecciosos para la Red de Servicios de Salud en el Ecuador” expedido por el Ministerio de Salud Pública, la EMGIRS-EP es la encargada de gestionar, procesar, recolectar, transportar, tratar y de la disposición final de todos los residuos considerados peligrosos.

Proceso de eliminación de residuos implementado por EMGIRS-EP

- Recolección de los desechos con riego biológico en bolsas plásticas de color rojo que serán transportadas en centros de acopio.
- Movilidad de desechos hacia la Planta de Tratamiento de Desechos con Riesgo Biológico, bajo una estricta normativa legal, ambiental y de bioseguridad.
- Colocación en los contenedores del sistema de tratamiento para su esterilización mediante transferencia de calor por vapor saturado.
- Esterilización mediante la destrucción e inactivación de los microorganismos bajo condiciones de exposición directa.
- Finalmente se realiza el transporte a un camión con sistema hidráulico de empuje para su descarga y disposición final en el relleno.

Aun cuando este tipo de tratamientos de desechos busca tener el menor impacto posible para el medio ambiente, requiere de un manejo adecuado desde el lugar en donde se originan para poder tratarlos y esa es una de las fuentes más grandes de contaminación ambiental que se ha podido determinar en el presente estudio. Sin embargo, muchos de estos equipos de protección personal al ser utilizado a nivel doméstico terminaron contaminando el medio ambiente, pues la población en general hasta la actualidad no conoce como se debe desechar este tipo de elementos empleados en actividades industriales.

Impacto ambiental producida por los equipos de protección industrial

Según las Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América hasta el año 2021 se generaron aproximadamente 9,2 millones de toneladas de desechos plásticos (incluyendo EPP) asociados a la pandemia en un análisis de 193 países (Peng et al., 2021, pp. 7-9). Estos desechos sin duda alguna generaron afectaciones en sistemas acuáticos como se muestra en la tabla 1:

Contaminación marítima

Tabla 1

Masa de plásticos mal gestionados asociados a la pandemia que terminan en el medio ambiente

Continentes	Casos de pacientes confirmados (%)	MMPW (%)	El caudal fluvial (%)		
			Total	Microplástico	macroplástico
África	3.8	7.9	5.9	5.6	6.1
Asia	31.2	46.3	72.5	75.6	69.6
Europa	25.7	23.8	11.2	10.0	12.5
América del norte	21.9	5.6	1.9	1.5	2.3
Sudamérica	17.3	16.4	6.9	6.0	7.6
Oceanía	0.1	<0,1	1.6	1.3	1.9

Fuente: Peng et al. (2021)

Según un estudio realizado durante el 2021, Asia fue el continente con mayor producción de plásticos mal gestionados que fueron asociados al incremento de la producción de desechos durante la pandemia que se estima es de aproximadamente entre 8,4 y 9,2 millones de toneladas y se estipula que entre 25.900 y 29.500 toneladas han llegado a los océanos de todo el mundo (Ronja, 2022).

La Universidad de Nanjing diseñó un modelo que menciona que los residuos conducidos por los ríos llegan a los océanos, playas y fondos marítimos en un lapso de 3 años. Además, evidencia los procesos principales de los desechos una vez llegan al mar, siendo estos: varamiento, deriva, sedimentación, bio incrustación, abrasión y fragmentación (Wu et al., 2021, pp. 14-26).

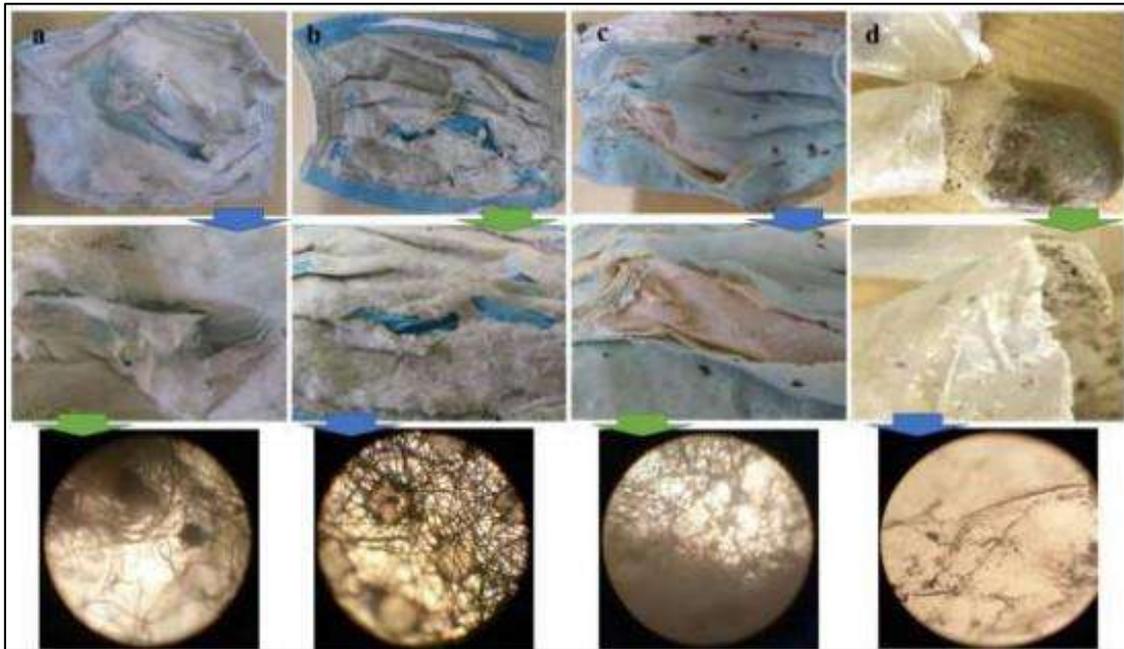
Según el PNAS se estima un impacto duradero en los océanos globales por la liberación de desechos asociados a la pandemia, por lo que sugieren que estos desechos terminarán en el fondo marino en un 28,8% o en un 70,5% en las playas, perjudicando potencialmente los ecosistemas bentónicos (Peng et al., 2021, pp. 18-19).

Por otra parte, un análisis realizado en la Universidad César Vallejo establece que las mascarillas son los equipos de protección que más predomina, seguido por los guantes y otros tipos de EPP como gorros, máscaras en menor cantidad. Dentro de las mascarillas

se encontraron las de un solo uso, KN95 y las de tela o no identificados (Rodríguez & Vera, 2022, pp. 42-58).

Figura 1

Análisis de mascarillas y guantes dañados obtenidos de puertos costeros



Fuente: Rakib et al. (2021, pp. 14-15)

Estos artículos de plástico que no han tenido un adecuado tratamiento para su eliminación pueden degradarse lentamente bajo condiciones ambientales, sin embargo, en medios acuáticos la descomposición es más rápida, lo que genera micro plásticos que afectan negativamente a la vida marítima, puesto que, al descomponerse desprenden fibras que suelen ser consumidas por los animales marinos causando su muerte (Rakib et al., 2021, pp. 14-15).

Un artículo publicado en el 2021 por un grupo de investigadores evidenció muertes de especies marinas por consumo de las fibras que desprenden los EPP en el océano.

Figura 2

Resultados de la necropsia realizada a una especie marítima



Fuente: Neto et al. (2021, pp. 28-30)

El artículo menciona que la contaminación de los océanos a nivel mundial genera un cambio climático que obliga a varias especies a migrar, por lo que la cadena alimenticia se ve seriamente afectada, provocando que los animales pierdan alimento y se vean obligados a cambiar su dieta por aquello que se encuentra en el mar, de esta manera consumen fibras de millones de toneladas de desechos que han entrado a los océanos durante la pandemia provocando la muerte de cientos de miles de especies en todo el mundo (Neto et al., 2021, pp. 28-30).

Contaminación atmosférica

Una mala gestión de los desechos, acompañada de un incremento masivo de residuos en su mayoría plásticos que ha generado la pandemia del COVID-19 provocaron que varios de estos residuos sean incinerados como medida tomada ante la rápida propagación del virus.

Según Celis et al. (2021), durante la pandemia se incineraron alrededor de 15 mil toneladas de residuos plásticos incluyendo los EPP (pp. 6-8). Además, se estimó que 99.2

% de los residuos plásticos de equipos de protección industrial incinerados están compuestos de polipropileno. Esta práctica genera una grave huella en el medio ambiente, puesto que favorece la producción de gases de efecto invernadero.

El efecto invernadero provoca que la radiación de calor del planeta se absorba por los gases de la atmósfera y sea remitida en todas las direcciones provocando un aumento en la temperatura de la Tierra que generan cambios climáticos serios como: pérdida de glaciares, aumento del nivel del mar, blanqueamiento de corales, inundaciones, olas de calor, sequías, entre otros (Hernández, 2020, pp. 2-5).

Respuesta política y sus implicaciones

Frente a la problemática de residuos producidos en pandemia los gobiernos pertenecientes a la Unión Europea tomaron acciones en donde se direcciona un presupuesto para hacer frente al nivel de vertidos ilegales atribuidos a la crisis del COVID-19. Esto contribuye ampliamente al cuidado del medio ambiente ya que otorga a empresas públicas y privadas la mejora del tratamiento de residuos y por ende la disminución de residuos que terminan como desechos en los océanos.

Por otra parte, en países subdesarrollados la crisis sanitaria ha empeorado considerablemente la estabilidad económica, y han visto como una prioridad proveer a los y las ciudadanas de los equipos de protección para aminorar el nivel de contagio, sin embargo, han dejado de lado en gran medida el adecuado manejo de los residuos que estos han. Esto implica un alto impacto para la salud del medio ambiente y refleja la necesidad de apoyo en cuanto a diseño de infraestructura y tecnología que mejoren el sistema de eliminación de residuos.

Discusión

Si bien la pandemia del COVID-19 ha provocado una seria crisis sanitaria que ha costado millones de vidas en todo el mundo, es importante enfocarnos también en las repercusiones que la pandemia ha dejado a nivel ambiental, pues a largo plazo puede significar no solo la pérdida de millones de vidas sino el desgaste completo de nuestro planeta la extinción de la raza humana, así como de algunas especies animales y vegetales.

La implementación de sistemas amigables con el medio ambiente enfocados principalmente en el adecuado tratamiento de residuos sólidos no solo de los desechos generados durante la pandemia sino a manera general debe ser una tarea primordial para todos los gobiernos del mundo, esta es una de las discusiones generales encontradas en la revisión bibliográfica realizada en el presente estudio, y esto se da porque al hablar de protección ambiental siempre se busca el compromiso con el cuidado del medio en el que interactúa.

De manera general, en las investigaciones consultadas y analizadas se establece que la “conciencia de responsabilidad social y ambiental” es fundamental para reducir el impacto en el medio ambiente generado durante y después de la pandemia de COVID-19 y los distintos autores coinciden que solo de esta manera se podrá aumentar la resiliencia ante otras pandemias que inminentemente sufrirá el mundo.

Finalmente, La acumulación de residuos plásticos provenientes de EPP en las zonas urbanas, particularmente de los sistemas de alcantarillado, puede aumentar el riesgo de inundaciones (Adam et al., 2020), constituyéndose en caldos de cultivo para la generación de enfermedades de origen zoonóticas. Otro caso fundamental analizado en la presente investigación son el desprendimiento de las fibras de los EPP mismas que son transportadas por el viento, hacia los ecosistemas acuáticos, esto ha provocado una degradación acelerada de los mismos, incluso en varias investigaciones se ha llegado a comprobar que, en las zonas más remotas de la Tierra, por ejemplo lagos en islas aisladas de la Antártida e incluso en aguas profundas (Ajith et al., 2020), existe evidencia de desechos provenientes de EPP. Haciendo evidente que en nuestro país también estos problemas ambientales también están presentes.

Conclusiones

- Se concluyó que la humanidad tiene una dependencia indiscutible del plástico como materia prima, esto se ha vuelto evidente durante la pandemia de COVID-19, lo que origina la necesidad de políticas ambientales más estrictas, que tengan como fin el garantizar el uso sostenible de los plásticos en la elaboración de EPP en el futuro y, al mismo tiempo, extraer los mayores beneficios tanto a nivel económicos, así como a nivel de seguridad e higiene.

Se determinó que durante la pandemia del COVID-19, el uso de EPP aumentó descontroladamente, por lo que las diferentes investigaciones coincidieron en la necesidad de repensar y rediseñar los plásticos utilizados en la producción de protectores fáciles, pues originalmente eran empleados solo en el sector industrial, al punto de buscar soluciones ecológicas en donde el costo es un tema aún pendiente.

- Se concluyó que de manera general los estudios analizados proponen la necesidad de implementar una mejora de los flujos de reciclaje sobre todo de los desechos sólidos, con el objetivo de garantizar un final de vida útil adecuado para los EPP empleados durante la pandemia, además de producir alternativas reutilizables para esta clase de elementos.
- Se establecieron los impactos ambientales generados por los residuos de los equipos de protección industrial postpandemia a través de la revisión sistemática de distintas investigaciones, en donde se hace evidente la necesidad de una mayor

conciencia pública y la generación de soluciones sostenibles en el manejo de residuos sólidos tanto a nivel local, como nacional y mundial.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

Adam, I., Walker, T. R., Bezerra, J. C., & Clayton, A. (2020). Policies to reduce single-use plastic marine pollution in West Africa. *Marine Policy*, 116, 103928. doi:10.1016/j.marpol.2020.103928.

Ajith, N., Arumugam, S., Parthasarathy, S., Manupoori, S., & Janakiraman, S. (2020). Global distribution of microplastics and its impact on marine environment—a review. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(21), 25970–25986. doi:10.1007/s11356-020-09015-5.

Basadre Centurión, Rodrigo Alonso. (2021). *Nivel de conocimiento y generación de residuos sólidos por el uso de equipos de protección personal en pandemia COVID 19 en dos mercados de la ciudad de Tacna 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú]. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2216>.

Celis, J. E., Espejo, W., Paredes-Osses, E., Contreras, S. A., Chiang, G., & Bahamonde, P. (2021). Plastic residues produced with confirmatory testing for COVID-19: Classification, quantification, fate, and impacts on human health. *Science of The Total Environment*, 760, 144167. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144167>

Czigany, T. & Ronkay, F. (2020). El coronavirus y los plásticos. *Cartas de polímeros exprés*, 14 (6), 510–511. doi:10.3144/expresspolymlett.2020

Franchini, M., & Mauad, A. C. E. (2022). La gobernanza ambiental global tras el acuerdo de París y los ODS: crisis ambiental, pandemia y conflicto geopolítico. *Desafíos*, 34(1). <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/desafios/a.11880>.

Hernández, Y. (2020). Cambio climático: causas y consecuencias. *Renovat: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales, Tecnología e Innovación*, 4(1), 38–53. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/rnt/article/view/3517>

- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2024). Programa ‘PNGIDS’ Ecuador –<https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Neto, H. G., Bantel, C. G., Browning, J., Della Fina, N., Ballabio, T. A., De Santana, F. T., De Karam E Britto, M., & Barbosa, C. B. (2021). Mortality of a juvenile magellanic penguin (*Spheniscus magellanicus*, Spheniscidae) associated with the ingestion of a PFF-2 protective mask during the COVID-19 pandemic. *Marine Pollution Bulletin*, 166, 112232. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112232>
- Noticias ONU. (2022, febrero 04). *Los desechos médicos generados por la respuesta contra el COVID-19 se han convertido en una amenaza a la salud y el medio ambiente*. <https://news.un.org/es/story/2022/02/1503322>
- Peng, Y., Wu, P., Schartup, A. T., & Zhang, Y. (2021). Plastic waste release caused by COVID-19 and its fate in the global Ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(47). <https://doi.org/10.1073/pnas.2111530118>
- Prata, J. C., Patrício Silva, A. L., Walker, T. R., Duarte, A. C., & Rocha Santos, T. (2020). COVID-19 pandemic repercussions on the use and management of plastics. *Environmental Science & Technology*. doi:10.1021/acs.est.0c02178
- Rakib, R. J., De-La-Torre, G. E., Pizarro-Ortega, C. I., Dioses-Salinas, D. C., & Al-Nahian, S. (2021). Personal protective equipment (PPE) pollution driven by the COVID-19 pandemic in Cox’s Bazar, the longest natural beach in the world. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112497. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.112497>
- Rhee, S.-W. (2020). Management of used personal protective equipment and wastes related to COVID-19 in South Korea. *Waste Management & Research*. doi:10.1177/0734242x20933343.
- Rodríguez, L. & Vera, V. (2022). Repercusión en las costas marinas asociada al uso de equipo de protección personal y micro plásticos durante la pandemia COVID 19: revisión. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/91964>
- Ronja Schiffer. (2022, marzo 25). Una pandemia de desechos: ¿cómo enfrentar el otro efecto del Covid-19? | Nueva Sociedad | Democracia y política en América Latina. <https://nuso.org/articulo/desechos-pandemia-contaminacion/>
- Sánchez-Gutiérrez, Fredd. (2021). Retos post pandemia en la gestión de residuos sólidos. *CienciAmérica*, 10(1), 11-23. <https://doi.org/10.33210/ca.v10i1.354>

- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2024). Protocolos y manuales.
<https://www.gestionderiesgos.gob.ec/protocolos-y-manuales/>
- Severo, E.A., Ferro De Guimarães, J. L., Outtes, L. S., Barbosa, M. M., & Chiappetta C. J. (2023). Influence of the COVID-19 pandemic on the use of social media on awareness' socio-environmental and sustainable consumption: Consolidating lessons from the pandemic, *Environmental Development*, Volume 46, 100865, ISSN 2211-4645, <https://doi.org/10.1016/j.envdev.2023.100865>.
- Silva, A. L., Prata, J. C., Walker, T. R., Campos, D., Duarte, A. C., Soares, A. M. V. M., & Rocha-Santos, T. (2020). Rethinking and optimizing plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. *Science of The Total Environment*, 140565. Volume 742, 140565, ISSN 0048-9697, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565>.
- Wu, P., Xu, R., Wang, X., Schartup, A. T., Luijendijk, A., & Zhang, Y. (2021). Transport and fate of All-Time released plastics in the global ocean. *EarthArXiv* (California Digital Library). <https://doi.org/10.31223/x50w58>

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



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



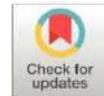
Indexaciones



Evaluación de impacto ambiental de las tecnologías sanitarias: estado del arte y perspectivas de futuro

Environmental Impact Assessment of health technologies: State of the art and prospects

- ¹ Myrian Alicia Moyón Moyón  <https://orcid.org/0000-0003-2714-0831>
Distrito 05D01, Ministerio de Salud Pública, Latacunga, Ecuador.
myrian.moyon@05d01.mspz3.gob.ec
- ² Marcelo Isaías Martínez Pilco  <https://orcid.org/0009-0006-5337-0576>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
marceloimartinez@unach.edu.ec
- ³ Wendy Michelle Merino Hurtado  <https://orcid.org/0009-0002-0043-9796>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
wendy.merino@unach.edu.ec
- ⁴ Adriana Alejandra Samaniego Vizcaíno  <https://orcid.org/0009-0008-8513-736X>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
adriana.samaniego@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 17/12/2023

Revisado: 20/01/2024

Aceptado: 09/02/2024

Publicado: 15/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2992>

Cítese:

Moyón Moyón , M. A., Martínez Pilco, M. I., Merino Hurtado, W. M., & Samaniego Vizcaíno, A. A. (2024). Evaluación de impacto ambiental de las tecnologías sanitarias: estado del arte y perspectivas de futuro. *ConcienciaDigital*, 7(2), 108-125. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2992>



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

tecnologías,
sanitarias, impacto,
ambiental, basura,
dióxido, carbono.

Keywords:

Technologies,
health, impact,
environmental,

Resumen

Introducción: El impacto ambiental generado desde el sector sanitario en la actualidad se ha constituido como uno de los principales inconvenientes a nivel mundial, debido entre otras cosas a que las tecnologías sanitarias tuvieron un crecimiento exponencial en cuanto a su elaboración debido a la pandemia del COVID 19 generando niveles de residuos sólidos sanitarias jamás imaginados; esto incluso obligó a varios gobiernos de turno a generar políticas sanitarias que traten de mitigar el impacto negativo de estos desechos. **Objetivo:** La presente investigación tiene como objetivo explorar los métodos utilizados en distintas partes del mundo para evaluar el impacto ambiental generados por las tecnologías sanitarias. **Metodología:** Se realizó una revisión de la literatura científica en las principales bases de datos y se seleccionaron 16 artículos científicos de los últimos cinco años que evalúan el impacto ambiental de las tecnologías sanitarias, además se trabajó mediante un enfoque cualitativo. **Resultados:** La revisión bibliográfica reflejó que las diversas tecnologías sanitarias tienen una incidencia del 1 al 5% en el impacto ambiental a nivel mundial. Donde la mayor parte de emisiones provienen de inhaladores de que están compuestos por hidrofluorocarbonos, endodoncia dental, resonancia magnética, laringoscopios de metal o plástico, envases farmacéuticos de plástico o aluminio y las pruebas de hematología fueron las tecnologías sanitarias con mayor impacto ambiental. Los principales factores que implican el alto impacto ambiental por parte de las tecnologías sanitarias fueron: uso de electricidad, consumo de combustibles fósiles, ropa médica, desinfecciones prolongadas, equipos tecnológicos, reactivos, entre otros. **Conclusión:** Se concluyó que la tecnología sanitaria genera a nivel mundial un gran daño negativo al medio ambiente, donde año tras año se incrementan los niveles de basura y emisiones de dióxido de carbono como principales contaminantes.

Abstract

Introduction: The environmental impact generated by the health sector has currently become one of the main drawbacks worldwide, due among other things to the fact that health technologies had exponential growth in terms of their

garbage, dioxide,
carbon.

development due to the COVID pandemic. 19 generating levels of solid health waste never imagined; this even forced several governments in power to generate health policies that try to mitigate the negative impact of this waste. **Objective:** The objective of this research is to explore the methods used in various parts of the world to evaluate the environmental impact generated by health technologies. **Methodology:** A review of the scientific literature was conducted in the main databases and 16 scientific articles from the last five years that evaluate the environmental impact of health technologies were selected. In addition, work was conducted using a qualitative approach. **Results:** The bibliographic review reflected that the various health technologies have an impact of 1 to 5% on the environmental impact worldwide. Where most emissions come from inhalers that are composed of hydrofluorocarbons, dental endodontics, magnetic resonance imaging, metal or plastic laryngoscopes, plastic or aluminum pharmaceutical containers, and hematology tests were the health technologies with the greatest environmental impact. The main factors that imply the high environmental impact of health technologies were use of electricity, consumption of fossil fuels, medical clothing, prolonged disinfections, technological equipment, reagents, among others. **Conclusion:** It was concluded that health technology generates great negative damage to the environment worldwide, where year after year the levels of garbage and carbon dioxide emissions as the main pollutants increase.

Introducción

Las tecnologías sanitarias también conocidas como tecnologías de la salud o médicas corresponden a herramientas, equipos, dispositivos, procedimientos y sistemas diseñados que promueven la mejora de la prestación de servicios y atención médica (Sanni et al., 2019). Se relacionan con varias áreas de la medicina, dentro de las cuales se encuentran: medicina, la enfermería, la odontología, la farmacia, la rehabilitación, la salud pública y la gestión de la salud (Avivit & Itamar, 2017). La Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2023), menciona que este tipo de tecnologías involucran también los medicamentos y las técnicas médicas tanto para la prevención como la promoción de la salud.

Existen múltiples tecnologías sanitarias usadas en el Ecuador, sin embargo, las principales se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 1*Tecnologías sanitarias usadas en el Ecuador*

Tecnología sanitaria	Descripción
Resonancia magnética	Emplea campos magnéticos y ondas para crear imágenes del cuerpo, e identificar lesiones en tejidos blandos, problemas neurológicos, enfermedades cardíacas y trastornos musculoesqueléticos.
Implantes auditivos	Estos dispositivos son implantados quirúrgicamente para proporcionar audición a personas con pérdida auditiva grave o profunda.
Bombas de infusión	Estos dispositivos son utilizados para administrar medicamentos, nutrientes o fluidos en el cuerpo de manera controlada y precisa.
Terapia de radiación	La radioterapia utiliza radiación ionizante para destruir células cancerosas y reducir tumores
Prótesis avanzadas	Las prótesis modernas utilizan tecnología avanzada para replicar la función de partes del cuerpo perdidas, como extremidades y órganos.

Fuente: Avivit & Itamar (2017)

Por ello, estas tecnologías principalmente los dispositivos médicos y fármacos tienden a generar un gran daño para el medio ambiente, donde año tras año se incrementan los niveles de basura y emisiones de dióxido de carbono como principales contaminantes (Scott et al., 2020). En el Ecuador, este tipo de tecnologías son evaluadas constantemente en base a las sugerencias de la OMS, sin embargo, a nivel ambiental existen muy pocos estudios (Ministerio de Salud Pública, 2021).

Es muy importante, que de manera constante se evalúe el impacto ambiental con el fin de identificar cuáles son las tecnologías sanitarias causantes de un daño (Sanni et al., 2019; Scott et al., 2020). Este tipo de impacto toma en consideración actividades del ser humano y natural y miden sus efectos en el ecosistema, biodiversidad, recursos naturales y clima. Puede generar efectos positivos y negativos y se manifiestan de las siguientes formas: contaminación del aire, agua y suelo, la degradación de los ecosistemas, la pérdida de

biodiversidad, el agotamiento de recursos naturales, el cambio climático, entre otros (Habert et al., 2020).

De esta manera, los dispositivos médicos presentan un impacto ambiental negativo ya que son los principales contaminantes del aire, mientras que, los fármacos contaminan el agua y suelo si no se tiene un adecuado proceso de producción y desecho (Scherhauser et al., 2018). La contaminación del aire se debe a la excesiva producción de gases de efecto invernadero, lo cual provocó un calentamiento global en la tierra (Rahman et al., 2022).

Generalmente, se emplea las evaluaciones del impacto ambiental (EIA), que abarca una serie de herramientas utilizadas para evaluar los posibles efectos ambientales de proyectos, políticas, programas o actividades humanas antes de su implementación, con el fin de identificar medidas de mitigación y tomar decisiones informadas sobre su viabilidad y sostenibilidad ambiental (Dos Santos et al., 2019). Por lo antes señalado se puede identificar de forma clara la utilidad de las EIA en el campo de las tecnologías sanitarias, en términos de viabilidad hay que tener en cuenta que todo proceso de remediación debe contemplar un costo apropiado, para que justamente las medidas planteadas sean ejecutadas.

Cabe recalcar que las evaluaciones del impacto ambiental (EIA) brindan una minuciosa información de la geología, hidrología, flora y fauna de un determinado lugar, con el fin de identificar algunas consecuencias de una actividad humana y por ende el establecimiento de medidas preventivas y de control, para minimizar al máximo la afectación al medio ambiente (Marchvsky et al., 2018). Como es evidente las evaluaciones son la base para proponer medidas que busque la mitigación del daño provocado al medio ambiente, pues sin estos datos no se podría plantear medidas que contribuyan de manera sustancial a disminuir los efectos de las tecnologías sanitarias, en donde como se ha podido evidenciar los impactos son negativos y su procesamiento es urgente en algunos países.

Metodología

El presente estudio tiene un enfoque de investigación cualitativo, el tipo de investigación es investigación bibliográfica-documental, descriptiva, explicativa, además el método de investigación es analítico-sintético, por lo antes señalado podemos establecer que se realizó una revisión bibliográfica completa, en donde se establecieron los siguientes criterios:

Criterios de inclusión

- Artículos de las bases científicas: PubMed, Scielo, Redalyc, MDPI, NCBI y Science Direct.

- Artículos publicados a partir del año 2018-2023.
- Artículos en inglés o español.
- Tipos de estudio: revisiones sistemáticas, ensayos controlados experimentales, estudios de cohorte y meta análisis.

Criterios de exclusión

- Artículos de otras bases científicas no establecidas.
- Documentos de pregrado, posgrado, o doctorado
- Artículos con accesos restringido
- Estudios con datos incompletos o en ejecución

Estrategia de búsqueda y presentación de resultados

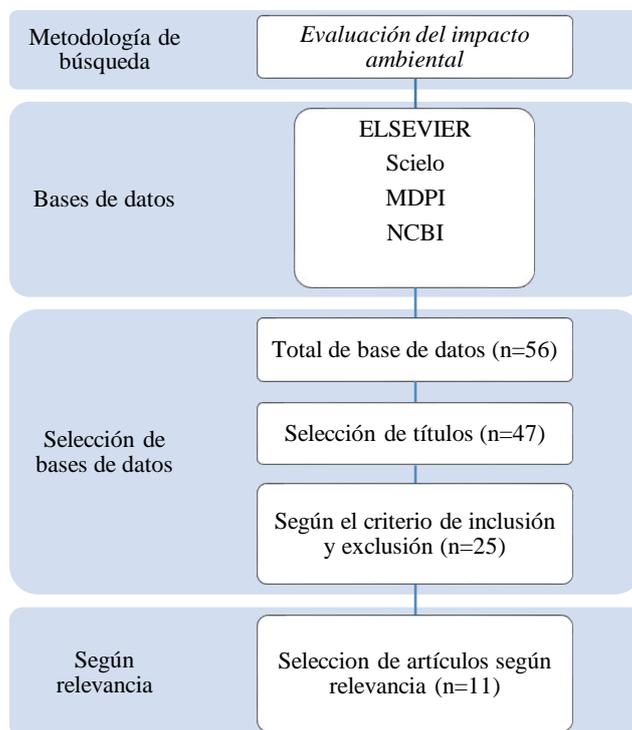
En primer lugar, se ejecutó una búsqueda en las bases de datos: PubMed, Scielo, Redalyc, MDPI, NCBI y *Science Direct*. Se utilizaron términos clave para la búsqueda como:

- “Environmental impact assessment”
- “Health technologies”
- “Medical devices”
- “Impact assessment”

Después de realizar la búsqueda de artículos en las bases de datos, se evaluaron y seleccionaron a través del método prisma; para esto los documentos deben cumplir con ciertos criterios de inclusión y exclusión establecidos previamente. La selección se realizó mediante la comprobación de ítems del método, este proceso consta con un diagrama de flujo que organiza y estructura los estudios con criterios de identificación, cribado, elegibilidad y selección. Tal como se evidencia a continuación en la figura 1:

Figura 1

Método PRISMA para la búsqueda de resultados



Fuente: Do Nascimeinto et al. (2019)

Cabe recalcar que existen un número considerable de investigaciones en donde se refleja la preocupación de distintos organismos gubernamentales y privados sobre los impactos negativos que genera la tecnología sanitaria, al punto de ser la responsable de gases de efecto invernadero que se ha constituido un aditamento para el calentamiento global y de una sobre producción después de la pandemia, lo que origina grandes cantidades de desechos sólidos que en varios países fueron el detonante para generar políticas ambientales.

Resultados

Los resultados de la revisión bibliográfica documental se presentan en la siguiente tabla, haciendo relación entre la evaluación del impacto ambiental y la tecnología sanitaria utilizada de manera frecuente en el Ecuador y que ha sido aplicada en el mundo, así podemos recalcar los siguientes:

Tabla 2

Resultados de la revisión bibliográfica-documental

Título	Autores y año de publicación	Metodología	Tecnología sanitaria	Resultados
La huella ambiental de la atención sanitaria: una evaluación global	Lenzen et al. (2020)	Huella de carbono	Atención sanitaria	La atención sanitaria global tiene un impacto ambiental mundial entre 1-5%. En términos de emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos, el sector sanitario causa una gran proporción de la huella total (4,4% de los gases de efecto invernadero, 2,8% de las PM, 3,4% de los NO _x y 3,4% de las emisiones de N ₂ O ₃). ·6% de SO ₂).
Impacto ambiental de los inhaladores para enfermedades respiratorias.	Panigone et al. (2020)	Huella de carbono	Inhaladores de dosis medidas e inhaladores de polvo seco	De los inhaladores analizados se determinó que los de dosis media presentan el mayor impacto ambiental, ya que en su infraestructura presentan un impulsor. Los resultados de huella de carbono fueron: Inhaladores de dosis media: 82-119 g CO ₂ , Inhaladores de polvo seco: 8 g CO ₂
Sostenibilidad ambiental en endodoncia. Una evaluación del ciclo de vida (LCA) de un procedimiento de tratamiento de conducto	Duane et al. (2020)	Análisis de ciclo de vida: ISO 14040:2006	Procedimiento de endodoncia dental	Una endodoncia dental aporta 4,9 kg de emisiones de dióxido de carbono equivalente (CO ₂ eq), debido a los siguientes factores: ropa dental, desinfección de superficies (isopropanol), el babero desechable (papel y plástico), los instrumentos de acero inoxidable de un solo uso y el uso de electricidad

Tabla 2

Resultados de la revisión bibliográfica-documental (continuación)

Título	Autores y año de publicación	Metodología	Tecnología sanitaria	Resultados
Evaluación del ciclo de vida de envases farmacéuticos	Bassani et al. (2022)	Análisis de ciclo de vida	Envases farmacológicos	Existe una gran variación de impactos dentro de los envases alternativos para un mismo medicamento, siendo más significativa para las ampollas (hasta cinco veces) que para los frascos y sobres. El uso de aluminio presenta impactos muy altos, particularmente en cuanto a la acidificación, mientras que, el PVC presento impactos ambientales muy bajos.
Contaminación de la atención médica y daños a la salud pública en los Estados Unidos: una actualización	Eckelman et al. (2020)	Emisiones de gases efecto invernadero	Atención sanitaria	En el 2018 se produjeron más de 500 millones de toneladas métricas, con una producción per cápita de 1700 Kg CO ₂ . Esto debido a los siguientes factores: equipos médicos, suplementos farmacéuticos y químicos, plásticos, textiles, papel, equipos tecnológicos.
Emisiones ambientales del ciclo de vida y daños a la salud del sistema de salud canadiense: un análisis económico-ambiental-epidemiológico	Eckelman et al. (2018)	Emisiones de gases efecto invernadero	Atención sanitaria	El sistema de salud fue responsable de 33 millones de toneladas de equivalentes de dióxido de carbono (CO ₂ e), así como de más de 200.000 toneladas de otros contaminantes. Los medicamentos se consideran como el principal factor que genera daños en la salud.

Tabla 2
Resultados de la revisión bibliográfica-documental (continuación)

Título	Autores y año de publicación	Metodología	Tecnología sanitaria	Resultados
La huella de carbono de la atención sanitaria australiana	Malik et al. (2018)	Emisiones de gases efecto invernadero	Atención sanitaria	Generó emisiones de CO ₂ e de alrededor de 35772 kilotonnes. Siendo los medicamentos farmacéuticos, radiología y patología los principales generadores. Las emisiones directas de CO ₂ e provenientes del uso de combustible (gas para agua caliente) en el cuidado de la salud contribuyeron al 10% de las emisiones totales de CO ₂ e, mientras que las emisiones indirectas de CO ₂ e debidas a las compras a otros sectores económicos contribuyeron a casi el 90 % de las emisiones totales.
La huella de carbono del diagnóstico por imágenes hospitalarias en Australia	McAlister et al. (2022)	Análisis del ciclo de vida	Radiografía de tórax (CXR), radiografía de tórax móvil (MCXR), tomografía computarizada (CT), imágenes por resonancia magnética (MRI) y ultrasonido	Las emisiones medias de CO ₂ e fueron de 17,5 kg/exploración para resonancia magnética; 9,2 kg/exploración para TC; 0,8 kg/exploración para CXR; 0,5 kg/exploración para MCXR; y 0,5 kg/exploración para ecografía. Los principales factores fueron: tiempo de escaneo y uso excesivo de electricidad.
Evaluación del ciclo de vida y métodos de cálculo de costos para la adquisición de dispositivos: comparación de laringoscopios reutilizables.	Sherman et al. (2018)	Evaluación del impacto del ciclo de vida	Laringoscopios	Se determinó que los mangos y hojas de laringoscopios que en su estructura presentan metal y plástico tuvieron una producción entre 16-18 veces más cantidades de dióxido de carbono, a diferencia de los que son de acero reutilizable. Esto debido a que requieren niveles de limpieza adecuados, un reprocesamiento y desgaste prematuro antes de su vida útil.

Tabla 2

Resultados de la revisión bibliográfica-documental (continuación)

Título	Autores y año de publicación	Metodología	Tecnología sanitaria	Resultados
Impacto en la huella de carbono de la elección de inhaladores para el asma y la EPOC	Janson et al. (2019)	Emisiones de gases efecto invernadero	Inhaladores	Los inhaladores de dosis medidas (MDI) que contenían clorofluorocarbonos fueron reemplazados por inhaladores de polvo seco (DPI) y MDI que contenían hidrofluorocarbonos (HFC). Si bien los HFC no agotan la capa de ozono, generan potentes gases de efecto invernadero. La huella de carbono anual (CO ₂ e) fue de 17 kg para MDI; y 439 kg para HFC.
La huella de carbono de las pruebas de patología	McAlister et al. (2020)	Emisiones de gases efecto invernadero	Pruebas de patología	de Las emisiones de CO ₂ e para las pruebas de hematología fueron de 82 g/prueba, 73 a 91 g/prueba para el perfil de coagulación y de 116 g/prueba para el examen de sangre completo. Las emisiones de CO ₂ e para pruebas bioquímicas fueron de 0,5 g/prueba de CO ₂ e 0,4–0,6 g para la proteína C reactiva, 45 a 53 g/prueba) para la evaluación de gases en sangre arterial, y 99 g/prueba para la evaluación de urea y electrolitos. La mayoría de las emisiones de CO ₂ e estuvieron asociadas con la recolección de muestras, los reactivos de laboratorio y el uso de energía.

Tabla 2

Resultados de la revisión bibliográfica-documental (continuación)

Título	Autores y año de publicación	Metodología	Tecnología sanitaria	Resultados
Desafíos y soluciones para estimar el impacto ambiental en la evaluación de tecnologías sanitarias.	Hubbert et al. (2023)	Análisis de ciclo de vida.	ACV hipotético para un bisturí de un solo uso/reutilizable.	La atención sanitaria tiene un alto coste medioambiental; El NHS es responsable del 4% al 5% de la huella de carbono del Reino Unido. En consecuencia, el impacto ambiental está ganando importancia en la toma de decisiones en Evaluación de Tecnologías Sanitarias (ETS), y las Evaluaciones del Ciclo de Vida (ECV) pueden cuantificar este impacto. Sin embargo, existen desafíos actuales en la realización de ACV, lo que requiere que los resultados se interpreten con cautela.

Discusión

En los últimos años la evaluación del impacto ambiental se ha transformado en una medida para revertir los efectos del cambio climático, y sobre todo de prevención. Es promovido en todo el mundo e incluso aceptado por las Naciones Unidas, como una política pública ambiental (Perevochtchicova, 2023). Incluso, es una gran herramienta para el logro del desarrollo sostenible ya que ayuda de manera rápida la toma de decisiones que no afecten el medio ambiente y generen protección (Do Nascimento et al., 2019). Delimita las actividades humanas y naturales que pueden causar un daño al medio ambiente en base a (Espinoza, 2021):

- Acciones satisfactorias al medio ambiente
- Consecuencias positivas o negativas detectadas al inicio
- Prevención y mitigación de las consecuencias negativas
- Calificación del cumplimiento con las políticas medioambientales
- Ejecución de estudios de prevención para impactos positivos y negativos.

A pesar de la exigencia de ejecutar Evaluaciones de Impacto Ambiental, en el Ecuador se evidencian escasas investigaciones sobre la temática y enfocada únicamente en temas de construcción, sistemas de alcantarillado, cultivos, actividad agrícola, aguas residuales e incluso actividades turísticas (Ministerio de Salud Pública [MSP], 2021; Perevochtchicova, 2023). Sin embargo, en referencia a tecnologías sanitarias no existen, motivo por el cual se identificó cuáles son las más empleadas en el país y se dio búsqueda de EIA en los mismos.

Se identificó que a nivel mundial toda tecnología sanitaria tiene un impacto global que oscila entre el 1-5%, debido a los siguientes aspectos: uso de recursos naturales, generación de residuos, emisiones contaminantes, entre otros. El sector sanitario es responsable del 4,4% de las emisiones totales de GEI. Esto es significativo, ya que los GEI contribuyen al cambio climático al atrapar el calor en la atmósfera. Entre estos gases, se menciona el N₂O, que es un gas de efecto invernadero potente, con una contribución del 3,4% por parte del sector sanitario (Lenzen et al., 2020).

A la par a la investigación anterior se encuentran las descritas pro Bassani et al. (2022) y Eckelman et al. (2018), mismas que indican datos muy preocupantes sobre el impacto ambiental a causa de todo el sector de la salud. Los cuales indican que a causa de los medicamentos, radiología, patologías y uso de electricidad generan altas cantidades de dióxido de carbono (200000) y gases de efecto invernadero. Lo cual implica en la necesidad de revisar las prácticas de producción, distribución y eliminación de medicamentos para minimizar su impacto negativo en la salud humana y el medio ambiente. En el 2018 se produjeron más de 500 millones de toneladas métricas, con una producción per cápita de 1700 Kg CO₂.

De igual manera, se encontraron estudios que evalúan el impacto ambiental de ciertas tecnologías sanitarias, tales como: inhaladores, dispositivos patológicos, laringoscopios, exámenes radiológicos, implementos dentales entre otros. Con respecto a los inhaladores que sirven principalmente para curar el asma se identificó el estudio de Panigone et al. (2020) y Janson et al. (2019), en los cuales analizaron los de dosis medias (MDI) y de Polvo seco (DPI), determinando que el primer tipo son los causantes de un mayor impacto ambiental, con una huella de carbono que oscila entre 82-119 gCO_{2e} principalmente gracias a la presencia de un impulsor. Por otra parte, la segunda investigación delimita que la composición del inhalador genera también altos impactos ambientales, ya que la mayor parte cuentan con hidrofluorocarbonos uno de los principales compuestos químicos contaminantes. Lo cual evidencia que la elección del tipo de inhalador puede tener un impacto significativo en el medio ambiente.

En cuanto a aspectos dentales, se tomó en consideración un estudio de endodoncias, por parte de Duane et al. (2020). Determinaron que este procedimiento ocasiona alrededor de

4,9 Kg de dióxido de carbono equivalente (CO₂ eq). A causa de una serie de factores, mismas que se describen a continuación:

- **Ropa dental:** probablemente hecha de materiales sintéticos como poliéster o polipropileno, puede contribuir a las emisiones de CO₂ eq durante su fabricación, transporte y eliminación al final de su vida útil (Duane et al., 2020).
- **Desinfección de superficies:** El uso de isopropanol para la desinfección de superficies es una práctica común en entornos médicos y odontológicos. Sin embargo, el isopropanol es un compuesto químico que puede contribuir a las emisiones de gases de efecto invernadero durante su producción y transporte, así como durante su uso y eliminación (Duane et al., 2020).
- **Electricidad:** El uso de electricidad durante la endodoncia, por ejemplo, para alimentar equipos médicos y luces, también puede contribuir a las emisiones de CO₂ eq, dependiendo de la fuente de energía utilizada para generarla. Si la electricidad proviene de fuentes renovables como la energía solar o eólica, las emisiones asociadas pueden ser menores en comparación con la electricidad generada a partir de combustibles fósiles (Duane et al., 2020).

McAlister et al. (2022), analizó el impacto de exámenes por rayos X, a través de la cual se determinó que la resonancia magnética puede generar hasta 17,5 Kg de CO₂ e, 9,2 Kg para Tomografía computarizada, 0,8 Kg en una radiografía de tórax. Esta variación puede explicarse por las diferencias en la tecnología utilizada, el tiempo de escaneo y los requisitos de energía asociados con cada tipo de exploración. El factor principal de esto es el tiempo del examen, donde los procedimientos que requieren más tiempo de escaneo, como la resonancia magnética y la tomografía computarizada, tienden a generar mayores emisiones de CO₂ eq debido al consumo prolongado de energía.

Sherman et al. (2018), por su parte identificaron un impacto ambiental alto en los laringoscopios que presentan en su estructura metal o plástico debido a que todo el proceso de fabricación implica grandes insumos para ser usados muy pocas veces. Bassani et al. (2022), en su investigación de envases farmacológicos afirma también que el alto impacto se debe a la presencia de plásticos y aluminios. Mientras que McAlister et al. (2020), en pruebas patológicas determinaron que las altas emisiones de dióxido de carbono se deben principalmente a la recolección de muestras, los reactivos de laboratorio y el uso de energía.

Conclusiones

- Se determinó que las tecnologías sanitarias utilizadas de manera frecuente en el Ecuador generan un impacto ambiental negativo, debido a que producen grandes cantidades de gases de efecto invernadero, mismos que promueven el cambio

climático, afectando incluso a la salud humana. A pesar de que las tecnologías sanitarias son un componente esencial para garantizar una atención médica eficiente, efectiva y de calidad en todos los niveles del sistema de salud, es muy importante que se analice todo el ciclo de vida de estos productos con el fin de prevenir daños severos al medio ambiente.

- Se identificó que toda la atención sanitaria implica un alto impacto ambiental con una incidencia del 1-5% a nivel mundial. Donde la mayor parte de emisiones de dióxido de carbono se debe al consumo de combustibles fósiles. De las tecnologías sanitarias analizadas se identificó que las causantes de altos impactos ambientales fueron: inhaladores de dosis medias compuestos por hidrofluorocarbonos, endodoncia dental, resonancia magnética, laringoscopios de metal o plástico, envases farmacéuticos de plástico o aluminio y las pruebas de hematología.
- Se determinó que los principales factores que implican el alto impacto ambiental por parte de las tecnologías sanitarias fueron: uso de electricidad, consumo de combustibles fósiles, ropa médica, desinfecciones prolongadas, equipos tecnológicos, reactivos, entre otros, lo que sin duda alguna han promovido la creación y aplicación de políticas ambientales que disminuyan la afectación ambiental por parte de los gobiernos de turno.
- Se concluyó que los resultados de las distintas investigaciones resaltan la importancia de evaluar y comparar el impacto ambiental de diferentes tecnologías sanitarias, y de considerar cuidadosamente las implicaciones ambientales al elegir entre diferentes opciones de tratamiento, además subrayan la necesidad continua de buscar alternativas más ecológicas y sostenibles en el diseño y fabricación de dispositivos médicos para minimizar su impacto en el medio ambiente.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

- Avivit, A., & Itamar, R. (2017). Tecnología de salud digital y manejo de la diabetes. *Revista de diabetes*, 10(1), 10-17.
- Bassani, F., Rodríguez, C., Marqués, P., & Freire, F. (2022). Evaluación del ciclo de vida de envases farmacéuticos. *SpringerLink*, 27(1), 978-992.
- Do Nascimento, R., Giovanetti, M., & Kovaleski, J. (2019). Impacto dos Sistemas de Recompensas na Motivação Organizacional: Revisão Sistemática pelo Método PRISMA. *Elsevier*, 8(2).

- Dos Santos, C., Mendes, F., De Almeida, P., & Aravena, H. (2019). Ordenanza de la evaluación de impacto ambiental: las posibles formas de lograr la sostenibilidad territorial. *Revista Geográfica Valparaiso*, 1(56).
- Duane, B., Borglin, L., Pekarski, S., Saget, S., & Fergus, H. (2020). Sostenibilidad ambiental en endodoncia. Una evaluación del ciclo de vida (LCA) de un procedimiento de tratamiento de conducto. *BMC Salud Bucal*, 20(348).
- Eckelman, M., Huang, K., Lagasse, R., Senay, E., Dubrow, R., & Sherman, J. (2020). Contaminación de la atención médica y daños a la salud pública en los Estados Unidos: una actualización. *Salud ambiental*, 39(12).
- Eckelman, M., Sherman, J., & MacNeill, A. (2018). Emisiones ambientales del ciclo de vida y daños a la salud del sistema de salud canadiense: un análisis económico-ambiental-epidemiológico. *PLoS Med*, 15(7).
- Espinoza, G. (2021). *Evaluación del Impacto Ambiental*. Santiago de Chile.
- Habert, G., Miller, S., Juan, V., Provis, J., Favier, A., Horvath, A., & Escribano, K. (2020). Impactos ambientales y estrategias de descarbonización en las industrias del cemento y el hormigón. *Reseñas de la naturaleza Tierra y medio ambiente*, 1(1).
- Hubbert, L., Embleton, N., Wright, A., & Nicholson, L. (2023). HTA286 challenges and solutions to estimating environmental impact in health technology assessment. *Value in Health*, 26(12), <https://doi.org/10.1016/j.jval.2023.09.1969>.
- Janson, C., Henderson, R., Lofdahl, M., Hedberg, M., Sharma, R., & Wilkinson, A. (2019). Impacto en la huella de carbono de la elección de inhaladores para el asma y la EPOC. *Thorax*, 1(1), 1-3.
- Lenzen, M., Malik, A., Li, M., Fry, J., Weisz, H., & Pichler, P. (2020). La huella ambiental de la atención sanitaria: una evaluación global. *The Lancet: Planetary Health*, 4(7).
- Malik, A., Lenzen, M., McAlister, S., & McGain, F. (2018). La huella de carbono de la atención sanitaria australiana. *The Lancet: Planetary Health*, 2(1).
- Marchvsky, N., Giubergia, A., & Ponce, N. (2018). Evaluación de impacto ambiental de la cantera “La Represa”, en la provincia de San Luis, Argentina. *Tecnura*, 22(56).
- McAlister, S., Barratt, A., Bell, K., & McGain, F. (2020). La huella de carbono de las pruebas de patología. *Wiley Online Library*, 212(8), 377-382.

- McAlister, S., McGain, F., Breth, M., De David, H., & Charlesworth, K. (2022). La huella de carbono del diagnóstico por imágenes hospitalarias en Australia. *The Lancet: Regional Health*, 4(1).
- Ministerio de Salud Pública [MSP]. (2021). Dirección nacional de evaluación de tecnologías sanitarias. <https://www.salud.gob.ec/direccion-nacional-de-evaluacion-de-tecnologias-sanitarias/>
- Organización Panamericana de la Salud [OPS]. (2023). Evaluación de tecnologías de salud. <https://www.paho.org/es/temas/evaluacion-tecnologias-salud#:~:text=Dentro%20del%20concepto%20de%20tecnolog%C3%ADas,y%20promoci%C3%B3n%20de%20la%20salud.>
- Panigone, S., Sandri, F., Ferri, R., Volpato, A., Nudo, E., & Nicoli, G. (2020). Impacto ambiental de los inhaladores para enfermedades respiratorias: disminuir la huella de carbono preservando al mismo tiempo el tratamiento personalizado para el paciente. *PubMed*, 7(1). <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2020-000571>
- Perevochtchicova, M. (2023). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, 22(2).
- Rahman, A., Farrok, O., & Mejbaut, M. (2022). Impacto ambiental de las centrales eléctricas basadas en fuentes de energía renovables: solar, eólica, hidroeléctrica, de biomasa, geotérmica, mareomotriz, oceánica y osmótica. *Elsevier*, 161(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112279>
- Sanni, M., Prieto, D., Cruz, L., Ramos, D., Bispo, N., Ichihara, M., & Smeeth, L. (2019). Métodos de puntuación de propensión en la evaluación de tecnologías sanitarias: principios, aplicaciones ampliadas y avances recientes. *Frontiers*, 10(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fphar.2019.00973>
- Scherhauer, S., Moates, G., Hartikainen, H., Waldron, K., & Obersteiner, G. (2018). Environmental impacts of food waste in Europe. *Elsevier*, 77(1), 98-113.
- Scott, B., Miller, G., Fonda, S., James, C., Gaudaen, H., Quinn, M., y Pamplin, J. (2020). Tecnologías avanzadas de salud digital para COVID-19 y emergencias futuras. *Telemedicina y e-Salud*, 6(10).
- Sherman, J., Raibley, L., & Eckleman, M. (2018). Evaluación del ciclo de vida y métodos de cálculo de costos para la adquisición de dispositivos: comparación de laringoscopios reutilizables y desechables de un solo uso. *Anesthesia & Analgesia*, 127(2), 434-443.

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



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



Indexaciones



Impacto ambiental de los procesos industriales de mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos mediante métodos innovadores: revisión del estado del arte

Environmental impact of industrial machining processes by chip removal with parallel lathes through innovative methods: a state-of-the-art review

- ¹ Luis Stalin López Telenchana  <https://orcid.org/0000-0001-7548-0406>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
luis.lopez@unach.edu.ec
- ² Cynthia Magali Estrada Hernández  <https://orcid.org/0009-0000-2618-941X>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
cynthia.estrada@unach.edu.ec
- ³ Marcus Damiano Jurado Robayo  <https://orcid.org/0009-0003-5283-4840>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
marcus.jurado@unach.edu.ec
- ⁴ Gerardina Rosario Valdez Muñoz  <https://orcid.org/0009-0009-8056-9259>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
gerardina.valdez@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 18/12/2023

Revisado: 21/01/2024

Aceptado: 09/02/2024

Publicado: 15/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2993>

Cítese:

López Telenchana, L. S., Estrada Hernández, C. M., Jurado Robayo, M. D., & Valdez Muñoz, G. R. (2024). Impacto ambiental de los procesos industriales de mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos mediante métodos innovadores: revisión del estado del arte. *ConcienciaDigital*, 7(2), 126-140. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2993>



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia *Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International*. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

mecanizado,
arranque, viruta,
tornos, paralelos,
sostenibilidad,
refrigeración,
criogénica,
pulverización.

Keywords:

machining,
starting, chips,

Resumen

Introducción: El mecanizado de metales por arranque de viruta es la técnica fundamental en la industria manufacturera, siendo el torneado el proceso de mecanizado tradicional más común, donde mediante la aplicación de energía mecánica se elimina material de una pieza. Como toda técnica de fabricación, el mecanizado por arranque de viruta produce distintos desechos o también llamados subproductos como: virutas del metal base, fluido de refrigerante, aceite lubricante, polvo metálico y excesivo uso de energía, estos desechos tienen importantes consecuencias para el medio ambiente, por lo que las metodologías para evaluar la afectación ambiental hacen que estos procesos tradicionales sean sostenibles. **Objetivo:** El presente estudio se propone investigar cómo las innovaciones tecnológicas pueden reducir el impacto ambiental de los procesos industriales de mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos. **Metodología:** La metodología en la estructuración de la presente investigación corresponde a una revisión exhaustiva de la literatura, seleccionando estudios recientes de alto impacto a través de bases de datos académicas reconocidas. **Resultados:** Los hallazgos de este estudio destacan que el mecanizado en seco emerge como una técnica clave para eliminar la necesidad de refrigerantes líquidos, abordando así los desafíos ambientales asociados con su disposición y reduciendo la exposición a sustancias potencialmente dañinas. La micro pulverización (MQL) se identifica como una estrategia efectiva para reducir el uso de lubricantes, minimizando la contaminación y los costos operativos al tiempo que mantiene la eficiencia del mecanizado. Además, el enfriamiento criogénico destaca por su capacidad para mejorar la dureza y resistencia al desgaste de las herramientas de corte. **Conclusiones:** Se concluyó que al integrar tecnologías innovadoras como refrigeración criogénica y la MQL en el sector manufacturero no solo mejora su sostenibilidad ambiental sino también su competitividad económica, representando pasos significativos hacia la reducción de los impactos ambientales adversos de la manufactura.

Abstract

Introduction: Metal machining by chip removal is the fundamental technique in the manufacturing industry, with

lathes, parallels,
sustainability,
cooling,
cryogenics,
spraying.

turning being the most common traditional machining process, where material is removed from a piece through the application of mechanical energy. Like any manufacturing technique, chip removal machining produces different wastes or also called by-products such as: base metal chips, coolant fluid, lubricating oil, metal dust and excessive use of energy, these wastes have important consequences for the environment, so the methodologies to evaluate environmental impact make these traditional processes sustainable. **Objective:** The present study aims to investigate how technological innovations can reduce the environmental impact of industrial machining processes by chip removal with parallel lathes. **Methodology:** The methodology in structuring this research corresponds to an exhaustive review of the literature, selecting recent high-impact studies through recognized academic databases. **Results:** The findings of this study highlight that dry machining is emerging as a key technique to eliminate the need for liquid coolants, thereby addressing the environmental challenges associated with their disposal and reducing exposure to potentially harmful substances. Microspraying (MQL) is identified as an effective strategy to reduce lubricant usage, minimizing contamination and operating costs while maintaining machining efficiency. In addition, cryogenic cooling stands out for its ability to improve the hardness and wear resistance of cutting tools. **Conclusions:** It was concluded that integrating innovative technologies such as cryogenic refrigeration and MQL in the manufacturing sector not only improves its environmental sustainability but also its economic competitiveness, representing significant steps towards reducing the adverse environmental impacts of manufacturing.

Introducción

En la actualidad, existe la necesidad de alcanzar los requisitos de sostenibilidad en todas las actividades económicas, especialmente en el sector industrial. Estos requisitos están relacionados con la triple línea de base de sostenibilidad, que se basa en los aspectos ambientales, sociales y económicos. Los principales requisitos de sostenibilidad pueden

expresarse en la utilización de recursos renovables, la reducción de los impactos ambientales, la mejora de la salud ocupacional y la seguridad personal, y el aumento de la calidad de vida (Salem et al., 2021).

Los procesos de mecanizado sostenibles se caracterizan por el empleo de recursos de forma eficientes, considerando tres aspectos fundamentales, los económicos, los ambientales y los sociales. Siendo el objetivo principal minimizar los efectos nocivos al medio ambiente, sin que esto signifique elevar los costos de producción, que en el sector manufacturero son muy limitados (Hoghoughi et al., 2022).

El sector manufacturero es uno de los sectores más enfocados en aplicar los principios de sostenibilidad debido al enorme uso de recursos naturales y los impactos ambientales perjudiciales. Además, se considera uno de los sectores contribuyentes más efectivos en el desarrollo de la economía internacional, la creación de empleo y la mejora de la vida de las personas (Ishfaq et al., 2021).

Técnicamente, hasta dos tercios del total de la energía consumida en las operaciones de mecanizado no se aprovechan ya que se convierten en calor y el resto lo consumen los ejes de alimentación, accesorios, motores inactivos, controladores y otros elementos electrónicos fijos (Zohra et al., 2023). Las estadísticas de la U.S. Energy Information Administration (2020). muestran que el consumo de energía relacionado con las operaciones de mecanizado representa más del 20% del consumo energético total de la industria manufacturera; por lo que, para obtener beneficios y seguir siendo competitivos, los industriales deben hacer más esfuerzos para adoptar estrategias que puedan ayudar a reducir el consumo de energía (Hu et al., 2019).

Para cumplir con los requisitos de sostenibilidad en la industria del mecanizado, se ha dedicado un esfuerzo significativo al desarrollo de nuevas estrategias de mecanizado que minimicen los impactos ambientales negativos de los procesos de mecanizado. Estas estrategias, como el corte en seco, los métodos de enfriamiento/lubricación que emplean cantidades mínimas de fluidos de corte y el enfriamiento criogénico, se presentan como soluciones potenciales para lograr un entorno de mecanizado sostenible. Por otro lado, se han realizado numerosos intentos para evaluar los niveles de sostenibilidad de los procesos de mecanizado mediante el desarrollo de métricas de sostenibilidad (Krolczyk et al., 2019).

Aunque recientemente han surgido nuevos procesos de fabricación que revolucionan el panorama respecto a la fabricación de piezas, el proceso de mecanizado sigue vivo y actualizado en este contexto, presentándose siempre como un proceso de fabricación con varias variantes y permitiendo una alta precisión dimensional y altos niveles de acabado superficial (Kwon et al., 2020).

Las herramientas de máquina sostenibles ofrecen ahorro energético y minimizan la contaminación ambiental. Mejorar el rendimiento de componentes como husillos y motores contribuye a este ahorro. Aunque inicialmente no se diseñaron con el ahorro de energía en mente, las herramientas de corte pueden optimizarse cambiando su material base o añadiendo recubrimientos especiales, lo cual mejora su eficiencia energética y efectividad sin elevar significativamente los costos (Kwon et al., 2020).

De hecho, el mecanizado tiene numerosos aspectos que constantemente necesitan ser investigados debido a la constante evolución de los materiales a mecanizar, los materiales y la geometría de las herramientas, y la evolución de los recubrimientos normalmente aplicados a las superficies de las herramientas (Kumar et al., 2021). Por ejemplo, la viruta que puede formarse durante los procesos de mecanizado ha sido objeto de varios estudios porque la formación de viruta proporciona información valiosa y útil sobre la manera en que se está llevando a cabo el proceso de mecanizado y puede proporcionar información sobre los problemas relacionados con su eliminación del equipo y el espacio ocupado (Chen et al., 2021).

En este contexto, el proceso de mecanizado por arranque de viruta implica la remoción controlada de material de una pieza de trabajo mediante herramientas de corte, lo que permite la creación de piezas con geometrías complejas y tolerancias ajustadas. El mecanizado por arranque de viruta incluye operaciones como el torneado, fresado, taladrado, y rectificado, cada una adaptada a diferentes necesidades y tipos de material (Alammari et al., 2023).

La relevancia de estos procesos en el sector industrial no puede subestimarse, dado que permiten la producción en masa de componentes con alta precisión, lo que es fundamental para el mantenimiento de altos estándares de calidad y rendimiento en sectores críticos de la economía. Además, la flexibilidad del mecanizado por arranque de viruta facilita la innovación en diseño y manufactura, al permitir la rápida prototipación y adaptación de los componentes a nuevas especificaciones. Sin embargo, esta capacidad para adaptarse y responder a las demandas cambiantes del mercado viene acompañada de desafíos, especialmente en lo que respecta al impacto ambiental de estas operaciones (Gonçalves et al., 2020).

El mecanizado por arranque de viruta, aunque indispensable, es intensivo en recursos y energía, y genera una cantidad significativa de residuos metálicos y químicos. La sostenibilidad de este proceso es una preocupación creciente, impulsando la búsqueda de innovaciones tecnológicas y metodológicas que puedan reducir su huella ambiental sin comprometer la calidad o la eficiencia de la producción (Hassan, 2022).

La adopción de prácticas más sostenibles en el mecanizado no solo es vital para minimizar los efectos negativos en el medio ambiente, sino también para asegurar la viabilidad a

largo plazo del sector industrial frente a regulaciones ambientales más estrictas y una mayor conciencia ecológica de los consumidores. En este contexto, el mecanizado por arranque de viruta se encuentra en una encrucijada, con la oportunidad de liderar el camino hacia una manufactura más responsable y sostenible (Dornfeld, 2019).

Con base en lo expuesto previamente, el presente estudio tiene como objetivo efectuar una revisión del estado del arte, sobre la disminución del impacto ambiental de los procesos industriales de mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos mediante métodos innovadores.

Metodología

El estado del arte representa el nivel más avanzado de conocimiento y desarrollo alcanzado en un arte o técnica específica en un momento dado (Corzo et al., 2022). En este contexto, este estudio adopta un diseño de investigación descriptivo, centrado en la revisión del estado del arte sobre las innovaciones tecnológicas en el mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos y su impacto en la sostenibilidad y eficiencia energética. La modalidad de investigación es no experimental, de nivel exploratorio y documental, dado que se basa en la revisión y análisis de literatura existente, incluyendo artículos de revistas científicas, tesis doctorales, patentes y actas de conferencias relevantes en el campo de la ingeniería y sostenibilidad (Vizcaíno et al., 2023).

La búsqueda de literatura relevante se realizó en varias bases de datos académicas reconocidas por su rigor y cobertura en el campo de la ingeniería y la sostenibilidad. Las bases de datos incluidas en este proceso fueron *Scopus*, *Web of Science*, *PubMed*, *IEEE Xplore*, además de actas de conferencias, tesis doctorales y registros de patentes. Esta diversidad de fuentes aseguró una cobertura amplia y profunda del conocimiento actual en el área de estudio.

Para garantizar la precisión y exhaustividad de la búsqueda, se emplearon varias combinaciones de palabras clave relevantes al tema de estudio. Las palabras clave incluyeron "mecanizado por arranque de viruta", "tornos paralelos", "impacto ambiental", "innovación en mecanizado" y "sostenibilidad en procesos industriales". Para la selección de literatura, se establecieron los siguientes criterios de inclusión:

- **Publicaciones Recientes:** Se consideraron estudios publicados en los últimos 5 años para asegurar la relevancia y actualidad de la información.
- **Alto Impacto y Métodos Innovadores:** Se dio prioridad a artículos en revistas de alto impacto y estudios que presentaran métodos innovadores para la reducción del impacto ambiental en el mecanizado, reflejando avances significativos en el campo.

Una vez seleccionados los estudios mediante un riguroso proceso de revisión basado en los criterios establecidos, se procedió al análisis detallado de los resultados. Esta fase implicó una evaluación exhaustiva de las innovaciones tecnológicas en el mecanizado por arranque de viruta y su impacto en la sostenibilidad de los procesos industriales, especialmente en el uso de tornos paralelos. Se puso especial énfasis en identificar cómo estas innovaciones contribuyen a la reducción del impacto ambiental, a través de la mejora de la eficiencia energética, la minimización del uso de refrigerantes y la optimización de los procesos de mecanizado para prolongar la vida útil de las herramientas y reducir los residuos.

En cuanto a los aspectos éticos, este estudio respeta las normativas y directrices éticas internacionales para la revisión de literatura, sin embargo, debido a la naturaleza de la investigación, no se requiere solicitar autorización a instituciones y consejos científicos.

Resultados

La operación de mecanizado se define como un proceso de remoción de material que implica la formación de virutas, abarcando diversas morfologías de éstas, tales como virutas continuas, virutas continuas con borde acumulado, virutas discontinuas y virutas serradas. A medida que se incrementa la velocidad de corte, el tipo de viruta experimenta variaciones, tendiendo hacia la forma serrada debido a la distribución desigual de la deformación y el calor en la zona de cizallamiento. Las virutas serradas son particularmente problemáticas, ya que son una fuente principal de fuerzas de corte cíclicas elevadas, desgaste intensivo en el cráter de la herramienta, lo que reduce significativamente su vida útil, produce acabados superficiales de baja calidad y genera vibraciones (Chen et al., 2021).

El mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos es un proceso de fabricación utilizado en la industria mecánica para dar forma a piezas mediante la eliminación de material. Este proceso se realiza en una máquina herramienta llamada torno, específicamente en los modelos conocidos como tornos paralelos debido a la disposición paralela del eje principal de la máquina respecto a la bancada sobre la que se monta (Patel & Chauhan, 2021). Por otro lado, las máquinas paralelas en un entorno de producción se pueden dividir en tres categorías según la naturaleza de la máquina: máquinas paralelas idénticas, uniformes y no relacionadas (Lun & Liao, 2020).

Existen diversas técnicas y enfoques para operaciones de mecanizado sostenibles, dado que, muchos investigadores han encontrado reemplazos, beneficiando la salud de los trabajadores, minimizando los costos de mecanizado y reduciendo el impacto en el medio ambiente, entre los principales se destacan (Wang et al., 2023):

- **Mecanizado en Seco:** La ausencia de fluidos de corte en el mecanizado se denomina mecanizado en seco, ganando prominencia en el mundo manufacturero por su amabilidad ambiental, satisfacción del trabajador, disminución del costo de refrigerante y reducción del flujo de fugas. Un experimento realizado en hierro grafito compactado para 3150 agujeros mediante el proceso de taladrado ha demostrado la viabilidad del mecanizado en seco, aunque presenta desafíos como dimensiones imprecisas de la pieza de trabajo y reducción en la vida útil de la herramienta debido a altas temperaturas en el área de mecanizado.
- **Lubricación en Cantidad Mínima (MQL):** se define como la mezcla de aire comprimido y una pequeña cantidad de aceite en forma de gotas finas pulverizadas sobre la zona de corte. La maquinabilidad de Inconel mejora bajo MQL en comparación con el mecanizado en seco o húmedo, siendo MQL y el recubrimiento de herramientas factores esenciales para la manufactura verde y el mecanizado de alta velocidad.
- **Enfriamiento Criogénico:** es ventajoso y sostenible en términos de protección, limpieza y amabilidad ambiental. Incluye enfoques como preenfriamiento criogénico de la pieza de trabajo, enfriamiento de virutas, enfriamiento criogénico indirecto y enfriamiento criogénico de la herramienta. Aumenta la productividad, prolonga la vida útil de la herramienta y mejora la calidad superficial sin deteriorar sus propiedades mecánicas o químicas, siendo más efectivo que los métodos tradicionales de lubricación y enfriamiento.
- **Técnica de Enfriamiento de Niebla:** El enfriamiento de niebla implica la dispersión de un líquido refrigerante desde una boquilla presurizada en gotas diminutas sobre la superficie enfriada, favorecido cuando se evita el enfriamiento por inundación en el mecanizado, resultando más eficiente que el enfriamiento por inundación con un menor impacto ambiental.
- **Enfriamiento de Alta Presión (HPC):** se utilizan para cortar materiales duros, disminuyendo el desgaste de herramientas y costos de producción. Penetra profundamente en el proceso de corte y tiene un efecto de enfriamiento más significativo que los métodos tradicionales, reduciendo la fricción y aumentando la vida útil de la herramienta.
- **Tecnología de Enfriamiento/Lubricación Híbrida:** Se han realizado intentos para incorporar dos o tres soluciones de refrigerante para mejorar los efectos de los métodos de enfriamiento/lubricación en operaciones de mecanizado, como la combinación de técnicas criogénicas y MQL para mejorar la aspereza superficial y la vida útil de la herramienta.

Por otro lado para Chandel et al. (2021), entre las principales innovaciones tecnológicas relacionadas con el sistema de mecanizado por arranque de viruta se tiene:

Tabla 1

Principales innovaciones tecnológicas relacionadas con el sistema de mecanizado

Técnica utilizada	Resultado de la investigación
Mecanizado en seco y enfriamiento criogénico	Se presentan experimentos en aleación de Mg AZ31 B con mecanizado en seco y enfriamiento criogénico. El mecanizado criogénico aumentará la integridad superficial de la pieza de trabajo mientras también mejora la eficiencia del mecanizado.
Mecanizado en seco, refrigerante inundado y enfriamiento criogénico	Se realizaron experimentos en Ti-6Al-7Nb en varios entornos de enfriamiento, incluyendo mecanizado en seco, refrigerante inundado y enfriamiento criogénico. Se reveló que la fuerza de corte y la fuerza de empuje se redujeron en un 30% cuando se mecanizó con MQL, inundado.
Enfriamiento criogénico	Se llevó a cabo el experimento en una pieza de trabajo de acero AISI 4340 utilizando una técnica de mecanizado de enfriamiento criogénico. Se observó que el error de Ra es solo del 5.32%.
Mecanizado en seco y enfriamiento criogénico	El trabajo de investigación se realizó en acero inoxidable dúplex 2205 bajo condiciones de mecanizado en seco y enfriamiento criogénico. Como resultado, la temperatura de corte se redujo y la potencia de corte fue del 53–58%, en contraste con el mecanizado en seco, la rugosidad mejoró en un 18–23%.
Mecanizado en atmósfera seca y enfriamiento criogénico	En este artículo, se utilizó mecanizado en atmósfera seca y entorno de enfriamiento criogénico en una pieza de trabajo de acero AISI 52,100. Se descubrió que el mecanizado criogénico produjo los mejores resultados.
Enfriamiento criogénico	Se realizaron experimentos en Ti-6Al-4 V en entornos tratados y no tratados (24H, 48H). Como resultado, 24H, 48H produce los mejores efectos y reduce las vibraciones en comparación con los no tratados.
Mecanizado en seco, MQL puro, LN2, Nmql, cryMQL y cry-Nmql	Este artículo discute el mecanizado de Inconel 625 en varios entornos de enfriamiento, incluidos mecanizado en seco, MQL puro, LN2, Nmql, cry-MQL y cry-Nmql. Se descubrió que usar un sistema de enfriamiento de 0.5 vol% hbn con LN2 proporcionó los mejores resultados en eficiencia de mecanizado, como vida útil de la herramienta, Ra.
MQL	Experimentos en Ti-6Al-4 V bajo enfriamiento por inundación, CO2 supercrítico y CO2 supercrítico con MQL se discuten en este artículo. Esta investigación reveló que ScCO2 + MQL mejoró la vida útil de la herramienta en un 163% en V-60, f-0.5 mm/diente.
Mecanizado en seco (no tratado) y enfriamiento criogénico	El estudio en Ti-6Al-4 V bajo varios entornos de enfriamiento, como mecanizado en seco (no tratado) y condiciones tratadas criogénicamente, fue presentado (12H, 24H, y 36H). Se reveló que el tratamiento criogénico profundo hasta 36 h es el más fiable y reduce el desgaste de la herramienta en lugar de otros métodos.

Fuente: Chandel et al. (2021)

La revisión del estado del arte en tecnologías de mecanizado por arranque de viruta revela una clara orientación hacia la mejora de la sostenibilidad y eficiencia en los procesos de manufactura. Los estudios analizados, incluidos aquellos realizados por Chandel et al. (2021), así como investigaciones de otros autores como Salem et al. (2021), Ishfaq et al. (2021) y Krolczyk et al. (2019), convergen en la identificación de estrategias innovadoras como el mecanizado en seco, la lubricación en cantidad mínima (MQL), y el enfriamiento criogénico, que se presentan no solo como soluciones potenciales para minimizar el impacto ambiental sino también para optimizar el consumo energético y prolongar la vida

útil de las herramientas. Estas técnicas, al reducir la dependencia de refrigerantes y lubricantes tradicionales, abordan de manera directa los retos impuestos por la necesidad de prácticas más ecológicas en la industria manufacturera.

En este sentido, a continuación, se describe como las tecnologías mencionadas pueden ser utilizadas en el mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos, para mejorar la sostenibilidad:

- **Mecanizado en Seco:** Al eliminar el uso de refrigerantes líquidos, el mecanizado en seco reduce la necesidad de gestionar y disponer de sustancias químicas potencialmente dañinas para el medio ambiente. Esto no solo disminuye la contaminación del agua y del suelo, sino que también reduce la exposición de los trabajadores a estos químicos. Además, al evitar el uso de refrigerantes, las empresas pueden ahorrar en costos de compra, almacenamiento y tratamiento de estos fluidos, promoviendo así una manufactura más limpia y sostenible.
- **Enfriamiento Criogénico:** Utilizar gases a bajas temperaturas para enfriar la zona de corte minimiza la necesidad de refrigerantes basados en aceite, contribuyendo a una menor contaminación ambiental. Además, el enfriamiento criogénico mejora la eficiencia del proceso de mecanizado, lo que se traduce en una menor generación de residuos y una reducción en el consumo de energía. Al prolongar la vida útil de las herramientas de corte, esta tecnología también disminuye la necesidad de reemplazos frecuentes, reduciendo así los residuos de metales y el consumo de recursos.
- **Refrigerante Inundado y MQL (*Minimum Quantity Lubrication*):** La tecnología MQL, que utiliza solo una mínima cantidad de lubricante, reduce drásticamente la cantidad de residuos líquidos generados en comparación con los sistemas de refrigeración tradicionales. Esto no solo implica una menor contaminación ambiental sino también una reducción en la dependencia de los lubricantes basados en petróleo, contribuyendo a una manufactura más verde. Por otro lado, los sistemas de refrigerante inundado, cuando se usan de manera controlada, pueden optimizar el uso de fluidos, aumentando la eficiencia mientras se minimiza el desperdicio.
- **Aplicaciones Específicas como LN2, Nmql, cry-MQL y cry-Nmql:** Estos enfoques innovadores combinan los beneficios del enfriamiento criogénico con la eficiencia de la lubricación mínima, ofreciendo una solución altamente sostenible para el mecanizado. Al mejorar significativamente la eficiencia del proceso y reducir el desgaste de las herramientas, estas técnicas disminuyen el consumo general de recursos, incluida la energía necesaria para el mecanizado y la cantidad de materiales consumidos. Además, al limitar el uso

de lubricantes y refrigerantes convencionales, contribuyen a una reducción adicional en la contaminación ambiental.

Sin embargo, se debe tener en cuenta el contexto práctico y económico en el que se aplican estas tecnologías. Dado que, si bien los beneficios ambientales y de eficiencia son claros, la implementación de estas innovaciones enfrenta barreras relacionadas con los costos iniciales, la necesidad de adaptación tecnológica y la formación de personal. Además, el análisis de la viruta en el mecanizado, como lo destacan Chen et al. (2021), proporciona información valiosa sobre la efectividad de estos procesos, sugiriendo que el comportamiento de la viruta puede ser un indicador crítico de la eficiencia del mecanizado y la calidad del acabado superficial. Este aspecto subraya la importancia de considerar no solo los beneficios ambientales y energéticos de las innovaciones tecnológicas sino también su impacto en la calidad de la producción y la operatividad en el entorno industrial.

El alcance de los resultados obtenidos destaca la potencialidad de las innovaciones tecnológicas, como el mecanizado en seco, la lubricación en cantidad mínima (MQL), y el enfriamiento criogénico, para contribuir significativamente a la sostenibilidad y la eficiencia energética en el sector del mecanizado. Estas tecnologías ofrecen vías para reducir la generación de residuos, minimizar el consumo energético y prolongar la vida útil de las herramientas, lo que se alinea con los objetivos de reducir los impactos ambientales y mejorar la salud ocupacional y la seguridad personal. Además, el análisis del comportamiento de la viruta y la evaluación de los métodos de enfriamiento y lubricación ofrecen perspectivas valiosas sobre cómo mejorar los procesos de mecanizado para lograr altos niveles de calidad y precisión dimensional.

Por otro lado, los resultados también vienen acompañados de limitaciones significativas, siendo una de las principales, la variabilidad en la aplicabilidad de estas tecnologías en diferentes contextos industriales. Por ejemplo, el costo y la complejidad de implementación de sistemas de enfriamiento criogénico pueden no ser viables para pequeñas y medianas empresas debido a limitaciones de capital y experiencia técnica. Otro aspecto limitante es la disponibilidad de datos comparativos a largo plazo que evalúen el impacto real de estas tecnologías en la sostenibilidad global de los procesos de manufactura. La mayoría de los estudios se centran en resultados a corto plazo o en condiciones de laboratorio, lo que puede no reflejar completamente los desafíos y beneficios en un entorno de producción real.

Conclusiones

- Se puede concluir que los hallazgos del presente estudio profundizan en cómo la implementación de técnicas como el mecanizado en seco, la lubricación en cantidad mínima (MQL) y el enfriamiento criogénico no solo atienden a los

imperativos ambientales actuales, sino que también ofrecen una ruta hacia la optimización de los recursos y la eficiencia energética en los procesos de manufactura, sin que esto signifique aumentar de forma excesiva los costos de los procesos de mecanizado.

- Se puede establecer que a través de la evaluación de estas tecnologías es posible alcanzar un equilibrio entre la producción eficiente y la responsabilidad ambiental, lo cual constituye un aporte fundamental a la ciencia y a la práctica industrial, pues en este estudio se revela que la adopción de innovaciones no solo es viable sino también beneficiosa desde una perspectiva de sostenibilidad, contribuyendo directamente a la reducción de la huella ecológica del sector manufacturero.
- Se puede concluir que la aplicación de tecnologías innovadoras en procesos de mecanizado con arranque de viruta no solo ofrece soluciones sostenibles y eficientes para los desafíos actuales de la industria manufacturera, sino que también marcan un camino hacia la reducción significativa de la huella ambiental asociada con el mecanizado. La integración de estos hallazgos aporta al avance científico y tecnológico en el campo del mecanizado, proporcionando una base sólida para el desarrollo de prácticas más ecológicas y eficientes en la industria, alineadas con los principios de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.
- Finalmente se puede establecer, que, a través de una revisión del estado del arte, la disminución del impacto ambiental de los procesos industriales de mecanizado por arranque de viruta con tornos paralelos mediante métodos innovadores como el mecanizado en seco, la lubricación en cantidad mínima (MQL), y el enfriamiento criogénico, demostrando su efectividad en la minimización de residuos, la reducción del consumo energético y la prolongación de la vida útil de las herramientas de corte.

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

Alammari, Y., Saelzer, J., Berger, S., Iovkov, I., & Biermann, D. (2023). Initial Period of Chip Formation: Observations Towards Enhancing Machining Sustainability. *Manufacturing Driving Circular Economy* pp, 193–201.

https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-28839-5_22

Chandel, R., Kumar, R., & Kapoor, J. (2021). Sustainability aspects of machining operations: A summary of concepts. *Materials Today. Proceedings*.

doi:10.1016/j.matpr.2021.04.624

- Chen, X., Tang, J., Ding, H., & Liu, A. (2021). A new geometric model of serrated chip formation in high-speed machining. *Journal of Manufacturing Processes*, 62, 632-645.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1526612520308896?via%3Dihub>
- Corzo, C., Flores, N., & Román, I. (2022). El estado del arte, ¿Necesidad o necesidad? *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 39(29), 139-153. doi:1012-1587
- Dornfeld, D. (2019). Sustainability of Machining. *CIRP Encyclopedia of Production Engineering*, 1204–1207.
https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-3-642-20617-7_6702
- Gonçalves, C., Peter, M., Hans, E., & Silva, R. d. (2020). Sustainable manufacturing in Industry 4.0: an emerging research agenda. *International Journal of Production Research*, 5(5), 1462–1484. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1652777>
- Hassan, K. (2022). Comparative life cycle analysis of environmental and machining performance under sustainable lubrication techniques. *Hybrid Advances*, 1(100004).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2773207X22000045>
- Hoghoughi, M., Farahnakian, M., & Elhami, S. (2022). Environmental, economic, and machinability-based sustainability assessment in hybrid machining process employing tool textures and solid lubricant, *Sustainable Materials and Technologies*,
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214993722001257>
- Hu, L., Tang, C., & Feng, M. (2019). Optimization of cutting parameters for improving energy efficiency in machining process. *Robot Comput-Integr Manuf*, 59, 406–416. <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.04.015>
- Ishfaq, K., Anjum, I., Pruncu, C., Amjad, M., Kumar, S., & Asad, M. (2021). Progressing towards Sustainable Machining of Steels: A Detailed Review. *Materials*, 14(18). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8464692/>
- Krolczyk, G., Maruda, R., Krolczyk, J., Wojciechowski, S., Mia, M., Nieslony, P., & Budzik, G. (2019). Ecological trends in machining as a key factor in sustainable production. *A review. J. Clean. Prod.*, 218, 601–615.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619303968>
- Kumar, R., Singh, S., Bilga, P., Jatin, K., Singh, J., Singh, S., & Pruncu, C. (2021). Revealing the benefits of entropy weights method for multi-objective

- optimization in machining operations: A critical review. *J. Mater. Res. Technol.*, 10, 1471-1492. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2020.12.114>
- Kwon, S., Nagaraj, A., Yoon, H., & Min, S. (2020). Study of material removal behavior on R-plane of sapphire during ultra-precision machining based on modified slip-fracture model. *Nanotechnol. Precis. Eng.*, 3, 141–155. <https://doi.org/10.1016/j.npe.2020.07.001>
- Lun, C., & Liao, J. (2020). Two Parallel-Machine Scheduling Problems with Function Constraint. *Discrete Dynamics in Nature and Society*. <https://www.hindawi.com/journals/ddns/2020/2717095/>
- Patel, H., & Chauhan, I. (2021). A study on Types of Lathe Machine and Operations: Review. *International Journal of Advance Research and Innovation*, 8(4), 286-291. <https://ijari.org/assets/papers/8/4/IJARI-DE-20-12-103.pdf>
- Salem, A., Hega, H., & Kishawy, H. (2021). An integrated approach for sustainable machining processes: Assessment, performance analysis, and optimization. *Sustainable Production and Consumption*, 25, 450-470. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352550920313956>
- U.S. Energy Information Administration. (2020). *Total energy annual data - U.S. Energy Information Administration (EIA)*. <https://www.eia.gov/totalenergy/data/annual/index.php>.
- Vizcaíno, P., Cedeño, R., & Maldonado, I. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 9723-9762. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
- Wang, L., Cai, W., He, Y., Peng, T., Xie, J., Hu, L., & Li, L. (2023). Equipment-process-strategy integration for sustainable machining: a review. *Frontiers of Mechanical Engineering*, 18(36). <https://link.springer.com/article/10.1007/s11465-023-0752-4>
- Zohra, F., Jabri, A., & Barkany, A. E. (2023). Optimization techniques for energy efficiency in machining processes—a review. *Springer Limk*, 2967–3001. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00170-023-10927-y>

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



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



Indexaciones



Estado del arte de la prospectiva del uso de baterías de iones de litio en autos híbridos: evaluaciones ambientales y desarrollo industrial sostenible en Latinoamérica

State of the art of the prospective use of lithium-ion batteries in hybrid cars: environmental evaluations and sustainable industrial development in Latin America

- ¹ Carmen del Rocío Moyón Moyón  <https://orcid.org/0000-0001-8798-7060>
Dirección de Posgrado, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
carmy_111@hotmail.com
- ² Lizeth Alejandra Gavilanes Yunga  <https://orcid.org/0009-0008-2873-6323>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
lizeth.gavilanes@unach.edu.ec
- ³ Luis Ángel Huilca Modumba  <https://orcid.org/0009-0006-5079-0954>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
luisa.huilca@unach.edu.ec
- ⁴ Juan Diego Lema Rodríguez  <https://orcid.org/0009-0001-5437-0379>
Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
diego.lema@unach.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 19/12/2023

Revisado: 22/01/2024

Aceptado: 09/02/2024

Publicado: 15/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2994>

Cítese:

Moyón Moyón, C. del R., Gavilanes Yunga, L. A., Huilca Modumba, L. Ángel, & Lema Rodríguez, J. D. (2024). Estado del arte de la prospectiva del uso de baterías de iones de litio en autos híbridos: evaluaciones ambientales y desarrollo industrial sostenible en Latinoamérica. *ConcienciaDigital*, 7(2), 141-155. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.2994>



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Baterías, ion, Litio, ambiente, desarrollo, industrial, sostenible, híbridos.

Keywords:

batteries, ion, lithium, environment, development, industrial,

Resumen

Introducción: En la actualidad el almacenamiento de energía mediante el uso de baterías de iones de Litio se ha vuelto más popular, fundamentalmente por características como el enorme potencial de almacenamiento, la integración de energías renovables para su carga y por supuesto la aplicabilidad de movilidad eléctrica. El rendimiento de las baterías de iones de Litio se ha visto afectado debido a la degradación acelerada, así como las diferentes condiciones ambientales agresivas de ciertas ciudades. El sector industrial del triángulo de Litio que integran Chile, Argentina y Bolivia se ha visto beneficiado con el uso de baterías de ion-Litio, sin embargo, el desarrollo industrial sostenible anclado a la protección del medio ambiente es una de las falencias que no contempla un escenario positivo para Sudamérica. **Objetivo:** Analizar la prospectiva sobre el uso de baterías de iones de Litio en autos híbridos tomando como referente las evaluaciones ambientales y desarrollo industrial sostenible en Latinoamérica. Metodología. Uso del diseño no experimental, nivel descriptivo de corte cualitativo basado en la revisión bibliográfica de artículos, tesis y libros. **Resultados:** A nivel de la región es incipiente el manejo de leyes en manejo responsable del Litio, lo que deviene en conflictos sociales por el uso del agua, un recurso indispensable para las comunidades. Además, en la industria de vehículos híbridos no se maneja un desarrollo industrial sostenible, pese a que el volumen de venta aun no es significativo. **Conclusión:** Se concluyó que la prospectiva del uso de baterías ion-Litio anclado al desarrollo industrial sostenible y cuidado del medio ambiente avizora en la región políticas débiles en la gestión del Litio y manejo responsable del agua, donde alternativas como economía circular, reutilización de baterías y asesoramiento a poblaciones se convierten en alternativas de solución en los países de la región.

Abstract

Introduction: Currently, energy storage using lithium-ion batteries has become more popular, due to characteristics such as the enormous storage potential, the integration of renewable energies for charging and of course the applicability of electric mobility. The performance of lithium-ion batteries has been

sustainable,
hybrids.

affected due to accelerated degradation as well as different aggressive environmental conditions in certain cities. The industrial sector of the lithium triangle made up of Chile, Argentina and Bolivia has benefited from the use of lithium-ion batteries, however, sustainable industrial development anchored to environmental protection is one of the shortcomings that it does not contemplate. a positive scenario for South America. **Objective:** Analyze the prospects for the use of lithium-ion batteries in hybrid cars taking as a reference environmental evaluations and sustainable industrial development in Latin America. **Methodology:** Use of non-experimental design, qualitative descriptive level based on bibliographic review of articles, theses, and books. **Results:** At the regional level, the implementation of laws on the responsible management of lithium is incipient, which results in social conflicts over the use of water, an indispensable resource for communities. Furthermore, sustainable industrial development is not managed in the hybrid vehicle industry, even though the sales volume is not yet significant. **Conclusion:** It was concluded that the prospective use of lithium-ion batteries anchored to sustainable industrial development and care for the environment envisions weak policies in the region in lithium management and responsible water management, where alternatives such as circular economy, battery reuse and advice Populations become alternative solutions in the countries of the region.

Introducción

En la actualidad, el proceso de carga de un vehículo eléctrico requiere obligatoriamente conectarse a la red eléctrica del país en el que se encuentra el consumidor, por lo que cuanto más limpias sean las fuentes de energía de los países mayores son las ventajas ambientales de usar un vehículo híbrido eléctrico en comparación con otro de motor de combustión interna. Sin embargo, cabe recalcar que “La realidad es que todavía no estamos ni cerca de la cantidad de vehículos eléctricos que necesitamos para lograr los objetivos climáticos de París o cualquier alivio significativo del cambio climático” (Natural Resource Governance Institute, 2021).

Por motivos de ejecutar un proceso de análisis sobre problemáticas asociadas al desarrollo, en junio de 1992 se realizó la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el

Medio Ambiente y el Desarrollo, llevado a cabo en Río de Janeiro, Brasil. En la ronda de conferencias mundiales conocida como el nuevo ciclo social se trató temáticas trascendentes relacionadas a la conciencia del medio ambiente y ancladas al desarrollo sostenible que hasta la fecha era escasa e incluso nula (Comisión Económica para América Latina y El Caribe [CEPAL], 2002).

Sin embargo, los avances aun no eran evidentes en tanto principios de protección ambiental y desarrollo sostenible eran aun vistos como restrictivos al desarrollo social y económico, lo que llevó a limitar la capacidad de los gobiernos para frenar el deterioro ambiental y controlar la contaminación generando, por tanto, fragilidad institucional en el campo (Comisión Económica para América Latina y El Caribe [CEPAL], 2002).

Comenta Márquez (2019), que pese a ello la conferencia constituyó uno de los eventos más importantes sobre el medio ambiente, lo que para la CEPAL (2002) determinó una visión mundial sólida que inclinó a formular políticas gubernamentales sobre sostenibilidad y que también abarcó otras áreas como la cultura y la educación. En donde el enfoque social se vuelve indispensable para la protección al medio ambiente.

Previo a este evento mundial también se realizaron otros eventos internacionales como la Cumbre de la Tierra de Estocolmo en 1972 revelando la importancia del ser humano como creador de innovaciones hacia la transformación de recursos de manera positiva para el desarrollo económico y social. Así mismo, el Informe de Roma de 1987 en el que se planteó nuevas formas de cooperación y compromiso gubernamental, social y de instituciones y la Cumbre de 2012 celebrada en Johannesburgo, cuyo compromiso versó en forjar el desarrollo sostenible hacia la construcción de sociedades más humanas, respetuosas y solidarias con el medio ambiente y la dignidad humana (Márquez, 2019).

Como se aprecia, el esfuerzo por articular el tema ambiental al desarrollo sostenible ha sido un motivo de interés global por los efectos irreversibles que ha provocado procesos como la industrialización que en áreas como la automotriz ha generado contaminación. Al respecto, Pérez-Sepa et al. (2022) señalan que, frente a la problemática de la afectación al medio ambiente de los vehículos de combustible fósil, tanto el sector privado como público han generado inversión en tiempo y dinero sobre investigaciones que llevaran a incrementar la eficiencia de motores de combustión interna hacia la electrificación del tren de potencia y, con ello, a la obtención de vehículos híbridos.

En esta materia, el estudio de Romero-Carrión et al. (2023), relacionado al uso de vehículos con batería ion-Litio y desarrollo sostenible en Sudamérica señala que la extracción del Litio para su utilización en baterías de vehículos eléctricos ha generado un impacto positivo, en tanto, no solo ha aportado a reducir la emisión de gases de efecto invernadero y, por ende, mejorar la calidad del aire; sino también genera la posibilidad de incrementar el volumen del consumo de baterías ion-Litio lo que beneficia al

denominado cuadrilátero de Litio integrado por Perú, Chile, Argentina y Bolivia, cuyo recurso mineral encuentra grandes reservas a nivel de estas zonas geográficas.

Romero-Carrión et al. (2023), sostienen que las baterías ion-Litio representarán a futuro un grande desafío en tema de gestión de residuos, lo que determina como imperativo reciclar y reutilizarlas hacia el fomento del equilibrio en la demanda mundial del elemento químico relacionada a la extracción sostenible ambiental y social conforme los objetivos trazados en el desarrollo sostenible. En el campo de la producción, la tendencia es asegurar las inversiones en la industria e infraestructura, pero de forma sostenible (Brito-Carvajal, 2021).

En el tema específico de los vehículos híbridos, Pérez-Sepa et al. (2022) señalan que entre las características que resaltan en los mismos están la combinación de energía química que proviene del combustible fósil con la energía eléctrica almacenada en la batería. Además, el principio de funcionamiento permite obtener un sistema de almacenamiento de gran capacidad, rapidez de recarga y autonomía en el proceso.

Lo expuesto determina que contrario a los vehículos eléctricos, estos se ayudan del motor de gasolina y el motor eléctrico, pero constituyen una alternativa válida para controlar la emisión de gases. Sin embargo, de la investigación desarrollada por Carrera (2021), en el proceso de fabricación como uso y eliminación de baterías la contaminación es significativa, por lo que coincide con Romero-Carrión et al. (2023), al señalar que el reciclaje se convierte en una alternativa válida, donde las baterías de iones de Litio son reciclables en un 90-95% llevando, por tanto, a fomentar la sostenibilidad.

Como dato interesante, el estudio de Zagorodny (2023) determinó que la reutilización en segunda vida de las baterías es una opción más viable que el reciclaje, pero aquello reviste el uso de la tecnología con técnicas de la inteligencia artificial a fin de obtener la mayor pureza y calidad de los materiales que se recuperen, pero anclado a la eficiencia energética y en la medida de lo posible a reducir los impactos ambientales.

Señala que en la Unión Europea se ha estudiado a profundidad la mirada de la economía circular de las baterías en desuso buscando objetivos en común con cualquier tipo de economía electro móvil. Quiere decir que contrario a la economía lineal de la producción-consumo-eliminación, este tipo de economía promueve la preservación del valor de los materiales y productos con el mayor tiempo posible reutilizándolos o finalmente reciclándolos para reducir al máximo la producción de residuos. La idea es fomentar una economía eficiente y sostenible a nivel global para el 2050 (Zagorodny, 2023).

Como se aprecia, de las investigaciones descritas reviste el interés de fomentar la conciencia ambiental a partir de la eficiencia de las baterías ion-Litio en vehículos híbridos, pero anclado al desarrollo industrial sostenible de los países, que a nivel de la

región el elemento químico ha ido en incremento su volumen de producción en baterías de vehículos híbridos como lo señala la investigación de Zagorodny (2023).

Lo expuesto determina que al señalarse que el Litio conjuntamente con el petróleo se convertirá en el nuevo factor estratégico en la política y economía global, por la demanda significativa de los últimos tiempos a nivel global en campos como el automotriz, para Azamar et al. (2022), su explotación llevará a causar grandes crisis en las regiones donde se utilice como daño ambiental y afectación la salud de las personas, en tanto, para su explotación se requiere de grandes cantidades de agua, aunque para los países de Latinoamérica como Chile, Argentina, Bolivia y Perú representa un rubro importante para su economía local y nacional.

A partir de lo expuesto se determina la pertinencia del estudio tomando como referencia el problema científico de la investigación que refiere a ¿cuál es la prospectiva sobre el uso de baterías de iones de Litio en autos híbridos tomando como referente las evaluaciones ambientales y desarrollo industrial sostenible en Latinoamérica?

La intención es ampliar una visión más profunda sobre los beneficios y perjuicios que reviste el uso de la batería de ion-Litio para autos híbridos a nivel de Latinoamérica tomando en cuenta dos factores centrales: el cuidado del medio ambiente y el desarrollo industrial sostenible, último punto que a nivel de Ecuador engloba el uso de estrategias que promuevan la tecnología más verde acorde al Plan de Creación de oportunidades 2021-2025, eje Transición Ecológica, dentro de los objetivos 11 relacionado a la conservación y protección y uso sostenible de recursos naturales y el objetivo 12 con enfoque a promover modelos de desarrollo sostenible aplicando medidas para mitigar el cambio climático (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

De lo expuesto, la presente investigación se apoya en el objetivo principal que refiere a analizar la prospectiva sobre el uso de baterías de iones de Litio en autos híbridos tomando como referente las evaluaciones ambientales y desarrollo industrial sostenible en Latinoamérica, pues como ha sido evidente el impacto ambiental va de la mano del desarrollo industrial sostenible y una cultura ambiental de protección.

Metodología

El estudio se enmarca en el diseño no experimental, enfoque cualitativo y nivel descriptivo tomando como referencia que dentro de este tipo de diseño se analiza el fenómeno sin manipular sus variables (Arispe et al., 2020), y que aporta a recolectar información con base a hechos ya ocurridos. De acuerdo con Guevara et al. (2020), el nivel descriptivo se utiliza cuando se desea describir una realidad desde todos sus principales componentes, lo que en el presente estudio se describe el uso de baterías de

iones de Litio en autos híbridos desde las evaluaciones ambientales y desarrollo industrial sostenible en Latinoamérica.

Para ello, se utiliza como técnica el análisis de contenido, a partir de la revisión bibliográfica de artículos científicos, tesis de tercer y cuarto nivel dentro de la realidad de los países de Latinoamérica.

El análisis contempla tres fases. La primera relacionada a identificar la dinámica de la categoría medio ambiente y desarrollo sostenible conforme 4 países de Latinoamérica, la segunda parte a investigar la relación entre medio ambiente, desarrollo sostenible y uso de baterías de ion-Litio desde la posición de 3 autores y, finalmente, analizar la situación de la industria automotriz con relación al uso de baterías ion-Litio en vehículos híbridos, en países como Chile, Ecuador y a nivel de la región en general.

Los criterios de inclusión contemplan la producción académica de repositorios virtuales de trascendencia académica como Scopus, Redalyc y Scielo, además, de tesis de tercer y cuarto nivel y libros conforme se expongan categorías relacionadas al medio ambiente, desarrollo industrial sostenible y uso de baterías ion-Litio de vehículos híbridos y eléctricos. Además, publicaciones en español, sin excluir textos en inglés y portugués, de ser pertinente.

Con relación a los criterios de exclusión no se toma en cuenta producciones académicas publicadas en los últimos 5 años, que no se relacionen al desarrollo industrial sostenible y al medio ambiente y que no refieran a la industria automotriz.

Por tratarse de un estudio de revisión bibliográfica no se requiere autorización de instituciones, consejos científicos, comité de ética ni consentimiento informado, pero se menciona aspectos éticos de la investigación abordando la fidelidad de los estudios incluidos en la investigación sin manipular los datos a conveniencia, y uso de transparencia en el análisis, a fin de obtener resultados apegados a criterios de objetividad.

Resultados

Dentro del presente apartado se describe los resultados obtenidos en el estudio, así como su discusión articulando los hallazgos con el aporte de otras investigaciones. Se explica en detalle.

En la tabla 1 se aprecia los resultados obtenidos en función de tres categorías: relación medio ambiente-desarrollo sostenible y la actividad extractiva del Litio en países como Argentina, Bolivia, Chile y Perú.

Tabla 1

Análisis categorías medio ambiente-desarrollo sostenible y Litio en países de la región

País	Ideas centrales
Argentina	<p>Romero-Carrión et al. (2023):</p> <ul style="list-style-type: none"> No se cuenta con un marco regulatorio específico para el Litio. Cada provincia tiene derecho a dictar normas que regulen la actividad extractiva. <p>Díaz (2020)</p> <ul style="list-style-type: none"> Es un país con potencial para convertirse en importante productor mundial de Litio, pero el rol estatal es esencial para trazar reglas en la fase de producción y cadena de valor para garantizar un desarrollo sostenible sin vulnerar derechos de las comunidades locales. Existe temor de las comunidades sobre la extracción del Litio. Consideran afectará su modo de vida, lo que deviene en su oposición a la explotación del mineral. <p>Fernández (2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> Los salares mantienen ecosistemas frágiles, en el que el agua es el recurso más importante para las comunidades de la zona dedicadas a actividades de sembrío y pastoreo. Existe asimetría entre empresas litíferas y comunidades locales. Debe, en gran parte, al bajo nivel educativo de las poblaciones como presupuesto reducido para generar proyectos de mejora en las zonas locales e incrementar su participación en servicios de ingeniería y consulta.
Bolivia	<p>Romero-Carrión et al. (2023):</p> <ul style="list-style-type: none"> La normatividad minera mantiene un nivel jerárquico cuyo control es potestad del Estado central. Existe una ley que contempla el procesamiento de residuos. <p>Díaz (2020)</p> <ul style="list-style-type: none"> En tema de minería del Litio, no se ha consultado a los pueblos originarios, por cuanto no existe ley especial en la materia. Existe conflicto de intereses generado por los distintos actores, empresa minera de Litio, campesinos, sector turístico generando consecuencias negativas en los sectores socioeconómicos. <p>Obaya & Céspedes (2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> No existen estudios concluyentes sobre el impacto de la actividad extractiva, ni se involucra de manera activa a las comunidades afectadas en toma de decisiones, pese a que se realiza la actividad en su jurisdicción.
Chile	<p>Romero-Carrión et al. (2023):</p> <ul style="list-style-type: none"> Existe una ley de reciclaje centrada en el fomento de reutilización, pero no contempla potenciales oportunidades del reciclaje de baterías ion-Litio. <p>Obaya & Céspedes (2021)</p> <ul style="list-style-type: none"> Se requiere crear institucionalidad que dé paso a la innovación y escalamiento comercian del emprendimiento y empresas dirigidos a la economía circular.
Perú	<p>Romero-Carrión et al. (2023):</p> <ul style="list-style-type: none"> En 2021 se aprueba una ley de exploración, explotación e industrialización del Litio y sus derivados a nivel del país hacia dar garantías al desarrollo sostenible.

Fuente: Romero-Carrión et al. (2023), Díaz (2020), Fernández (2021), Obaya & Céspedes (2021)

En la dinámica del ejercicio del cuidado del medio ambiente anclado al desarrollo sostenible de las comunidades afectadas por la extracción del Litio tiene como punto central la falta de políticas claras en articular de manera positiva las categorías expuestas, donde el mineral ha generado conflicto de intereses, rechazo a la extracción especialmente en Argentina y Bolivia, dos de los países que incluyen el triángulo de Litio, los que poseen mayor número de yacimientos.

Esta es una cuestión que para la CEPAL (2023), al ser el Litio un potencial recurso estratégico para los países en mención y Chile al contribuir al desarrollo económico, considera que una mala gestión afectará a la sostenibilidad de los ecosistemas, pero considera viable la cooperación y coordinación intrarregional con miras a una sostenibilidad ambiental y social.

Respecto a las iniciativas de reciclaje, en Bolivia y Chile existen leyes que promueven el procesamiento de residuos, pero en el caso de este último país no incluyen iniciativas relacionadas al reciclaje de baterías ion-Litio, lo que indica que las normativas son muy generales en su aplicación. De los países expuestos, Perú es el único país que establece de manera explícita una ley que relaciona la extracción del Litio anclado al desarrollo sostenible, aunque no pertenece al triángulo del Litio como Chile, Argentina y Bolivia.

A lo expuesto, Díaz (2020) menciona la necesidad de generar modificaciones en las legislaciones vigentes respecto a la participación de los Estados, donde en países como Argentina debería promoverse una política nacional del Litio tendiente a considerar al mineral como de interés público con sus respectivos beneficios para la sociedad.

Finalmente, los investigadores plantean como alternativas de solución, el involucramiento activo de las comunidades afectadas llevando programas educativos, servicios de ingeniería y consulta en Argentina. Además, en Chile se plantea como propuesta el fortalecimiento de una economía circular tomando como ejes centrales la innovación y el emprendimiento.

Dentro de la tabla 2 se describe la relación entre medio ambiente, desarrollo sostenible y uso de baterías de ion-Litio desde la posición de 3 investigadores.

Tabla 2

Análisis categoría medio ambiente, desarrollo sostenible y uso de baterías de ion-Litio

Autor/año publicación/link	Ideas centrales
Romero-Carrión et al. (2023)	• Existe equilibrio en venta de baterías ion-Litio en vehículos eléctricos (puros e híbridos) con oportunidad de desarrollo económico especialmente en Argentina, Bolivia y Chile, con mayor yacimiento del Litio.

Tabla 2

Análisis categoría medio ambiente, desarrollo sostenible y uso de baterías de ion-Litio (continuación)

Autor/año publicación/link	Ideas centrales
Link: https://n9.cl/958n9	<ul style="list-style-type: none"> • No existe claridad entre la categoría socioambiental y desarrollo sostenible, por los efectos negativos ambientales en la extracción y conflictos sociales asociados al uso del agua. • El reciclaje de baterías ion-Litio es aún incipiente en la región. • Un mayor consumo de baterías ion-Litio se convertirá en un gran desafío para la gestión de residuos.
Solano & Tituaña (2022)	<ul style="list-style-type: none"> • Ante el incremento exponencial de los vehículos eléctricos, el reciclaje y reutilización son alternativa para solventar la disponibilidad del recurso a mediano y largo plazo.
Link: https://n9.cl/704ezx	<ul style="list-style-type: none"> • La venta es mayor en vehículos híbridos que eléctricos.
Díaz (2020)	<ul style="list-style-type: none"> • El Litio se ha convertido en un elemento indispensable de las sociedades modernas que se torna más electrónica y digital trascendiendo su importancia para la economía actual.
Link: https://n9.cl/g7mr2w	

Fuente: Romero-Carrión et al. (2023), Solano & Tituaña (2022), Díaz (2020)

Dentro del proceso investigativo efectuado, el término vehículos eléctricos hace referencia a aquellos de denominación pura e híbridos, es decir, que funcionan con electricidad en un 100% y los que combinan con material fósil. De este modo, Romero-Carrión et al. (2023) advierte que factores como los efectos negativos que genera la extracción del Litio por el uso excesivo de agua y los conflictos asociados a la deficiente gestión del tema en las comunidades intervenidas son indicadores de que no existe gestión en materia del medio ambiente anclado al desarrollo sostenible, lo que determina que no existen programas con visión a futuro sobre las afectaciones ante la falta de gestión de residuos producto de las baterías ion-Litio.

En este punto, la CEPAL (2021) pese a que en los países de la región y El Caribe el nivel de inversión para la gestión de residuos y reciclaje es variable en uno u otro, en términos generales es muy limitada, lo que reviste la necesidad del apoyo de la participación privada e incentivos para promover una economía circular.

Solano & Tituaña (2022), manifiestan que al determinarse, según las estadísticas, que a nivel mundial la venta de vehículos híbridos es mayor que los eléctricos, reviste la necesidad de generar programas con tendencia al reciclaje. Aquí, aparece por primera vez el término reutilización, donde el autor plantea como alternativa para fomentar un desarrollo industrial sostenible.

Finalmente, Díaz (2020) deja entrever que ante el uso mayor del Litio en las sociedades modernas en la que destaca a sociedades más electrónicas y digitalizadas, reviste la necesidad de revisar la extracción responsable del mineral tomando como eje la dinámica de una economía más incluyente.

En la tabla 3 se analiza la situación de la industria automotriz con relación al uso de baterías ion-Litio en vehículos híbridos, en países como Chile, Ecuador y a nivel de la región en general.

Tabla 3

Análisis categorías industria automotriz, uso baterías ion-Litio y vehículos híbridos

País	Ideas centrales
Chile	Valenzuela et al. (2017) <ul style="list-style-type: none"> En la industria automotriz, en el país se han vendido autos híbridos enchufables y eléctricos para el 2019, pero el volumen aún es incipiente. En la próxima década se incrementará, lo que generará que el Litio sea clave para fomentar la industria con posible nuevo super-ciclo económico para el país.
Ecuador	Solano & Tituaña (2022) <ul style="list-style-type: none"> La legislación ambiental ecuatoriana contempla el correcto uso e integral de las baterías, especialmente, las elaboradas como mercurio, seguido por las de Litio y níquel. Las baterías ion-Litio son las más empleadas en el sector automotriz, cuya venta en el Ecuador entre 2020 y 2021 se incrementó en un 200% por ser más económicos, amigables con el medio ambiente, pero la venta aun es incipiente a nivel nacional.
A nivel de la región	Zagorodny (2023) <ul style="list-style-type: none"> La electromovilidad aún es incipiente en América Latina, donde Chile, Colombia, Perú, Brasil y Uruguay son los que han reflejado ciertos avances, especialmente en la flota de transporte público. En la región, las regulaciones respecto a formas de gestionar las baterías de movilidad eléctrica mantienen aun discusiones en inicio, dado el estado incipiente de la movilidad eléctrica. La reutilización de baterías es una opción preferible al reciclaje al ahorrar recursos e impactos ambientales. Se requiere aplicar una economía circular, que contempla que los residuos no son desechos sino recursos, elemento importante para una economía sostenible. Para generar emprendimientos sostenibles, se requiere estudios hidrogeológicos para garantizar una recarga adecuada de reservorios. Se requiere una gestión integral ambiental adecuada para baterías en desuso y retiradas de la movilidad eléctrica. Es un síntoma de estado moderno preocupado por el medio ambiente saludable y economía sostenible.

Fuente: Valenzuela et al. (2017), Solano & Tituaña (2022) y Zagorodny (2023)

En materia de venta de vehículos híbridos dentro de la industria automotriz se señala que pese a que todavía el volumen es incipiente en los países de la región como Chile y Ecuador, como el impulso de programas relacionados a la electro movilidad y regulaciones tendientes a gestionar las baterías de movilidad eléctrica, esto no significa que no deba incluirse medidas y programas que fomenten el desarrollo industrial sostenible, aunque en ninguna de las investigaciones expuestas se exponga de manera explícita el término desarrollo industrial sostenible.

Como alternativas de solución para superar desafíos propios relacionados a la extracción del Litio, y los efectos que a mediano plazo generará su desuso toma nuevamente como categoría trascendente la llamada economía circular, donde los desechos son tratados como recursos anclada a la economía sostenible. Además, en este punto se señala que la reutilización es la alternativa más viable que el tema de reciclaje, último punto que en las leyes de la región ya se ha contemplado, pero de manera generalizada.

Como punto trascendente, la necesidad de efectuar estudios hidrogeológicos como forma para garantizar el mantenimiento del recurso hídrico en las zonas intervenidas y a ello anclado el impulso de una economía sostenible relacionado a categorías como emprendimientos sostenibles, ambiente saludable y gestión integral ambiental.

Conclusiones

- Se puede concluir que el uso responsable del Litio está estrechamente ligada al cuidado del medio ambiente y al desarrollo industrial sostenible determina la necesidad del fortalecimiento de políticas centradas en una gestión adecuada de reciclaje que en los países analizados se menciona en la ley, pero de manera generalizada. Sin embargo, al considerarse que la reutilización es una medida más viable que el reciclaje, por los impactos menos negativos al medio ambiente, reviste el interés de centrar la mirada en este aspecto, con medidas y normativas más claras y concluyentes. Esto pese a que a nivel de la región el volumen de venta de productos como vehículos híbridos que contienen baterías ion-Litio, entre otros, todavía es incipiente.
- Se pudo establecer que la necesidad primordial de que en la práctica el sector industrial ejecute medidas más puntuales de actuación para no generar afectación en la extracción, uso y reciclaje del Litio, esto en función de que dichos procesos necesitan de recursos hídricos en grandes proporciones para su procesamiento, anclado a una participación más activa de la comunidad afectada con programas educativos y de asesoramiento y con enfoque a una economía circular y una concientización en función de protección ambiental.
- Se pudo concluir que en los países que incluyen el denominado triángulo del Litio tienen un potencial importante de desarrollo económico con los amplios

yacimientos de dicho mineral en las zonas, existe un divorcio entre el desarrollo sostenible y medio ambiente, donde en el sector industrial no se aprecia tampoco acciones puntuales en la materia, aunque en la región todavía es incipiente la llamada electromovilidad.

Conflicto de intereses

El autor declara que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

- Arispe, C., Yangalí, J., Guerrero, M., Lozada, O., Acuña, L., & Arellano, C. (2020). La investigación científica. Universidad Internacional del Ecuador.
- Azamar, A., Slipak, A., Fornillo, B., & Campanini, J. (2022). Litio en América Latina. Demanda global contra daño socioambiental. Universidad Autónoma Metropolitana.
- Brito-Carvajal, J. (2021). Sistema de producción industrial: sostenibilidad y productividad. Polo del Conocimiento, 6(9), 2521-2531.
<https://acortar.link/6sU8Tv>
- Carrera, J. (2021). Reciclaje de baterías de vehículos híbridos para implementar en el sistema de propulsión. ESPE.
- Comisión Económica para América Latina y El Caribe [CEPAL]. (2002). La sostenibilidad del desarrollo en América Latina y el Caribe: Desafíos y oportunidades. Naciones Unidas.
- Díaz, F. (2020). El Litio en la Argentina. Visiones y aportes multidisciplinarios desde la UNLP. UNLP.
- Fernández, E. (2021). ¿Camino a la sostenibilidad? Impactos socioambientales de la extracción de Litio vinculados a la transición hacia la electromovilidad. Universidad Andina Simón Bolívar.
- Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). Recimundo, 163-173.
- Márquez, F. (2019). Desarrollo sostenible y medio ambiente. Universidad Ecotec.
- Natural Resource Governance Institute. (2021). Cadena global de suministro para baterías de vehículos eléctricos: implicaciones de gobernanza. In Minerales estratégicos, cadenas de suministro y gobernanza en los Andes: Hacia una

agenda de incidencia de la sociedad civil (pp. 58–72).

<http://www.jstor.org/stable/resrep42307.7g>

Obaya, M., & Céspedes, M. (2021). Análisis de las redes globales de producción de baterías ion-Litio. CEPAL.

Pérez-Sepa, M., Guasumba, J., Angueta, A., & Calero, D. (2022). Estimación de la vida útil de las baterías de los vehículos híbridos causas y consecuencias. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 7(2), 770-781.

<http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i2.2674>

Romero-Carrión, V., Casani-Allende, J., Rivadeneyra, C., & Altamirano, J. (2023). Prospectivas del uso de vehículos con batería ion-Litio y desarrollo sostenible en Sudamérica. *Revista Kawsaypacha* (11). <https://acortar.link/PgEpjS>

Secretaría Nacional de Planificación. (2021). Plan de creación de oportunidades 2021-2025. <https://acortar.link/1unBK7>

Solano, E., & Tituaña, K. (2022). Análisis comparativo del impacto causado por las alternativas de reciclaje de baterías de alta tensión de los vehículos híbridos-eléctricos después de su vida útil. Universidad Técnica del Norte.

Valenzuela, M., Rojas, R., Segovia, M., & Quintana, S. (2017). Reciclaje de baterías de Litio: una oportunidad para la sustentabilidad de Chile. Universidad Autónoma de Chile.

Zagorodny, J. (2023). Gestión integral de las baterías fuera de uso de vehículos eléctricos en el marco de una estrategia de economía circular. Naciones Unidas.

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



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



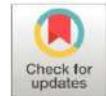
Indexaciones



Adaptaciones curriculares para la inclusión de estudiantes con discapacidad a la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte

Curricular adaptations for the inclusion of students with disabilities in the Physical Activity and Sports Pedagogy career

- ¹ Mauro Toledo Cueva  <https://orcid.org/0009-0000-1712-055X>
Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador.
mtoledoc@ube.edu.ec
- ² Carlos Estuardo Velarde Bermeo  <https://orcid.org/0009-0005-3879-9035>
Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador.
cevelardeb@ube.edu.ec
- ³ Lenin Esteban Loaiza Dávila  <https://orcid.org/0000-0002-5769-2795>
Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador.
Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
e.loaiza@uta.edu.ec
- ⁴ Maqueira Caraballo Giceya de la Caridad  <https://orcid.org/0000-0001-6282-3027>
Universidad Bolivariana del Ecuador, Durán, Ecuador.
gdmaqueirac@ube.edu.ec



Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 19/01/2024

Revisado: 22/02/2024

Aceptado: 12/03/2024

Publicado: 15/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.3012>

Cítese:

Toledo Cueva, M., Velarde Bermeo, C. E., Loaiza Dávila, L. E., & Giceya de la Caridad, M. C. (2024). Adaptaciones curriculares para la inclusión de estudiantes con discapacidad a la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte. *ConcienciaDigital*, 7(2), 156-177.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.3012>



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Adaptaciones curriculares, Pedagogía de la Actividad física y Deporte, inclusión, Discapacidad, Educación Física

Resumen

Introducción. La presencia de estudiantes con discapacidad en la Educación Superior constituye uno de los principales retos de los sistemas educativos actuales, siendo necesario el establecimiento de manifiestos pertinentes que establezcan políticas y estatutos de carácter inclusivo, sin excepción de carrera alguna como es el caso de la Pedagogía de la Actividad Física y Deporte. **Objetivo.** Indagar las adaptaciones curriculares que promueven la inclusión de estudiantes con diferentes discapacidades en la Carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte en el contexto ecuatoriano. **Metodología.** *Diseño de investigación:* enfoque mixto de investigación, en su planteamiento cuantitativo diseño no experimental, descriptivo, de campo y de corte transversal. En su planteamiento cualitativo se planteó un diseño fenomenológico. *Población y muestra:* 39 docentes de la Carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte de 18 universidades del Ecuador. *Técnicas e instrumentos:* Se aplicó la técnica cuantitativa de la encuesta y como instrumento un cuestionario auto administrado sobre los tipos de discapacidad y las adaptaciones curriculares que aplican los docentes en la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte. En el desarrollo del planteamiento cualitativo se aplicó entrevistas en profundidad a un estudiante representante de cada tipo de discapacidad, abordando los siguientes tópicos a través de una pregunta abierta. *Tratamiento estadístico de los datos:* Paquete estadístico SPSS versión 25, desarrollando un análisis de valores medios y desviaciones estándares para las variables de origen cuantitativo y un análisis de frecuencias y porcentajes para las variables de origen cualitativo. **Resultados.** Se determinaron las adaptaciones curriculares aplicadas por los docentes en relación con la discapacidad física, visual e intelectual. Categorías generales, axiales y ejecutivas que determinaron una teoría emergente en base a las percepciones y experiencias comunicadas por parte de los sujetos intervenciones en el proceso de investigación. **Conclusión.** Se han realizado avances significativos en adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidades en la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte, existen brechas notables en términos de inclusión efectiva y sensibilización de la comunidad educativa. **Área de estudio**

general: Educación. **Área de estudio específica:** Educación Física.

Keywords:

Curricular adaptations,
Physical Activity and Sport Pedagogy, inclusion, Disability, Physical Education, Physical Education

Abstract

Introduction. The presence of students with disabilities in Higher Education constitutes one of the main challenges of current educational systems, being necessary the establishment of pertinent manifestos that establish policies and statutes of inclusive character, without exception of any career as is the case of the Pedagogy of Physical Activity and Sport. **Objective.** To investigate the curricular adaptations that promote the inclusion of students with different disabilities in the career of Physical Activity and Sports Pedagogy in the Ecuadorian context. **Methodology.** *Research design:* mixed research approach, in its quantitative approach, non-experimental, descriptive, field, and cross-sectional design. In its qualitative approach, a phenomenological design was proposed. *Population and sample:* 39 teachers of the Physical Activity and Sport Pedagogy Career of 18 universities in Ecuador. *Techniques and instruments:* The quantitative technique of the survey was applied and as an instrument a self-administered questionnaire on the types of disability and curricular adaptations applied by teachers in the career of Pedagogy of Physical Activity and Sport. In the development of the qualitative approach, in-depth interviews were applied to a student representative of each type of disability, addressing the following topics through an open question. *Statistical treatment of the data:* SPSS version 25 statistical package, developing an analysis of mean values and standard deviations for variables of quantitative origin and an analysis of frequencies and percentages for variables of qualitative origin. **Results.** The curricular adaptations applied by teachers in relation to physical, visual, and intellectual disabilities were determined. General, axial, and executive categories that determined an emerging theory based on the perceptions and experiences reported by the subjects involved in the research process. **Conclusion.** Considerable progress has been made in curricular adaptations for students with disabilities in the career of Physical Activity and Sports Pedagogy, there are notable gaps in terms of effective inclusion and awareness of the

educational community. **General area of study:** Education.
Specific area of study: Physical Education.

Introducción

La presencia de estudiantes con discapacidad en la Educación Superior constituye uno de los principales retos de los sistemas educativos actuales, siendo necesario el establecimiento de manifiestos pertinentes que establezcan políticas y estatutos de carácter inclusivo (Campos et al., 2020).

La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 1994), ha señalado que, si bien ubicar a estudiantes con discapacidad en instituciones ordinarias es parte del proceso de inclusión, no es suficiente ya que se debe fomentar su participación durante el aprendizaje para lograr un desarrollo pleno de su potencial, mediante una educación que sea accesible y adaptada a cada necesidad estudiantil.

Según Damiani (2023), las políticas y legislaciones nacionales e internacionales, como la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (CDPD) de la ONU, establecen la educación inclusiva como un derecho fundamental. Los marcos legales obligan a las instituciones educativas a realizar los ajustes necesarios para facilitar este derecho, lo que incluye la implementación de adaptaciones curriculares en programas relacionados con la actividad física y el deporte. La comprensión de estas bases legales es fundamental para desarrollar e implementar estrategias efectivas que promuevan la inclusión.

En la actualidad, el desafío de la educación inclusiva radica en garantizar que sea de alta calidad y que se ofrezca de manera equitativa, sin estigmatizar ni discriminar a ningún individuo. Es fundamental que el acceso a la educación se base en principios de igualdad y excelencia, permitiendo que los alumnos, independientemente de si tienen discapacidad o no, puedan convivir y aprender juntos a lo largo de su carrera (Clavijo & Bautista-Cerro, 2019).

De igual manera en el sistema ecuatoriano los jóvenes con discapacidad se han topado con numerosos obstáculos de exclusión en varias esferas de la sociedad, especialmente en lo que respecta al acceso a educación en todos sus niveles, destacando la dificultad particular para ingresar a la educación superior (Tapia & Manosalva, 2012). Antes de la implementación de la Constitución de 2008, la cual estableció un marco de inclusión y equidad en sectores como la educación, la seguridad social y la salud, las personas con

alguna discapacidad enfrentaban restricciones significativas para acceder y participar plenamente en la educación universitaria. Esta situación limitaba gravemente sus posibilidades de desarrollo personal y profesional (López & Villacrés, 2023).

Sin embargo, en la actualidad, se busca la igualdad de oportunidades en la educación, asegurando que todos, independientemente de sus necesidades y diversidades, tengan acceso a una educación de calidad. Sin embargo, esto plantea desafíos significativos en la educación superior del país. A pesar de la existencia de una base legal sólida, que promueve la inclusión de personas con discapacidades, el acceso a la educación universitaria para este grupo sigue siendo limitado (Valdivieso et al., 2021).

La educación inclusiva es un enfoque que busca responder a la diversidad de necesidades de todos los estudiantes a través de la mayor participación en el aprendizaje, culturas y comunidades, y reducir la exclusión dentro y fuera del ámbito educativo (Vélez-Miranda et al., 2020). En el contexto de la Pedagogía de la Actividad Física y Deporte, este enfoque implica adaptar el currículo, las prácticas pedagógicas y el entorno físico para asegurar que los estudiantes con discapacidad no solo accedan, sino que también participen plenamente y progresen en su aprendizaje al mismo nivel que sus compañeros sin discapacidades (Ortiz et al., 2023).

La falta de datos actualizados sobre la situación actual es un desafío, y se necesitan más investigaciones para comprender plenamente las necesidades de los estudiantes con discapacidad en la educación superior ecuatoriana. Esto plantea preguntas sobre cómo capacitar a los docentes y cómo realizar adaptaciones curriculares.

Las adaptaciones curriculares comprenden una serie de medidas que buscan superar las dificultades relacionadas con el aprendizaje y la participación de los estudiantes en actividades educativas. El objetivo es potenciar estos procesos de acuerdo con las necesidades educativas individuales, lo que favorece el desarrollo personal y social de los estudiantes. Estas adaptaciones involucran la modificación de diversos aspectos del currículo, tanto de manera significativa como no significativa (Blanco & Duk, 2011).

Las adaptaciones curriculares no significativas buscan lograr los mismos objetivos y contenidos del currículo estándar aplicando medios, recursos o ayudas técnicas que permitan el acceso a los sistemas de aprendizaje y evaluación sin alterar la dinámica del curso, ciclo o nivel educativo en el que se encuentra el estudiante. Por otro lado, las adaptaciones curriculares significativas implican modificaciones sustanciales en los contenidos y objetivos de diversas áreas curriculares, lo que afecta la consecución de capacidades y habilidades a adquirir durante el nivel educativo correspondiente (Enciso et al., 2016).

En el caso de las instituciones donde se evidencia una ausencia de adaptaciones curriculares, se pueden generar barreras de aprendizaje, dificultades en la participación y la socialización, así como sentimientos de marginalidad y baja autoestima de los estudiantes (Otondo, 2018). En Ecuador, pese a los múltiples beneficios que podría conllevar el aplicar metodologías de inclusión en estudiantes universitarios con discapacidad, no se ha encontrado información de guías que indiquen como realizar cambios curriculares, que garanticen la igualdad de oportunidades y la no discriminación de los estudiantes con discapacidad (Ocampo, 2018).

Desde este enfoque, es necesario implementar adaptaciones curriculares que permitan el diseño de prácticas educativas flexibles, oportunas y adecuadas para abordar la diversidad de características, habilidades, recursos y necesidades que presentan las personas con discapacidad en diferentes entornos educativos (Ocampo, 2013). Esto implica realizar modificaciones que afecten la planificación, ejecución y desarrollo de actividades educativas a través de intervenciones en el currículo, con el fin de adaptar los contenidos curriculares a los procesos de enseñanza y aprendizaje de esta población (Enciso et al., 2016), donde se busca garantizar la participación activa y equitativa de todos los estudiantes, independiente a sus capacidades, promoviendo la igualdad de oportunidades, la diversidad y la equidad (Simón & Molina, 2022).

Los enfoques pedagógicos como el constructivismo sostienen que el aprendizaje es un proceso activo, donde el conocimiento se construye a partir de la experiencia. En la educación física, esto significa crear oportunidades de aprendizaje que sean accesibles y significativas para estudiantes con diversas capacidades, fomentando su participación y adaptando las actividades para asegurar que cada estudiante pueda alcanzar sus máximos potenciales (Ortiz, 2015).

Para Arguedas (2004), comprender las características específicas de las diferentes discapacidades es crucial para desarrollar adaptaciones curriculares efectivas. Por ejemplo, los estudiantes con discapacidades físicas pueden requerir adaptaciones en el equipo deportivo o en las reglas de los juegos, mientras que aquellos con discapacidades intelectuales pueden beneficiarse de instrucciones más claras y tiempos extendidos para realizar las actividades.

Identificar y comprender las necesidades educativas especiales de los estudiantes con discapacidad permite a los educadores adaptar sus métodos de enseñanza y evaluación de manera efectiva. Esto incluye el uso de tecnología asistida, técnicas de enseñanza diferenciada y la modificación de los entornos de aprendizaje para garantizar que cada estudiante pueda participar plenamente en las actividades (Hernández & Samada, 2021).

Las adaptaciones curriculares pueden incluir la modificación de los objetivos de aprendizaje, el contenido del curso y las estrategias pedagógicas para hacerlos accesibles

a estudiantes con discapacidad. En la práctica, esto puede significar la introducción de deportes adaptados, la utilización de equipos especializados o la modificación de las reglas para asegurar la participación equitativa de todos los estudiantes (Castañeda & Bermúdez, 2023).

Palma-Picado et al. (2021), determina que el desarrollo y la selección de recursos y materiales didácticos accesibles son fundamentales para apoyar el aprendizaje de los estudiantes con discapacidad. Esto puede incluir materiales visuales y auditivos mejorados, software educativo especializado y equipos deportivos diseñados para ser utilizados por personas con diversas capacidades físicas y sensoriales.

La formación docente en prácticas inclusivas es esencial para garantizar que los educadores estén preparados para responder a las necesidades de todos los estudiantes. Esto implica no solo conocimientos teóricos sobre discapacidad y adaptación curricular, sino también habilidades prácticas en la implementación de estrategias pedagógicas inclusivas y el uso de tecnología asistida (Bórquez, 2023).

Por tal razón es importante comprender las diferentes posiciones e ideas que se deben tener en cuenta al tener dentro de nuestras clases universitarias a estudiantes con diferentes discapacidades.

Adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad física

Las adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad física en las asignaturas prácticas de la licenciatura en Educación Física requieren una planificación cuidadosa y considerada que tome en cuenta las necesidades individuales de cada estudiante. Esto implica la modificación de actividades físicas, el uso de equipo especializado y la adaptación del entorno para asegurar la accesibilidad (González et al., 2023). Por ejemplo, en deportes de equipo, se pueden ajustar las reglas para permitir más tiempo para la ejecución de movimientos o para el uso de dispositivos de asistencia que faciliten la participación del estudiante. Además, el diseño de las instalaciones deportivas debe contemplar accesos sin barreras, superficies seguras y adecuadas, y la disponibilidad de equipos adaptados.

Una parte fundamental de estas adaptaciones es la comunicación efectiva entre los docentes y los estudiantes con discapacidad física para entender sus capacidades, limitaciones y preferencias. Los educadores deben ser proactivos en la creación de un ambiente inclusivo que promueva la autoestima y la motivación del estudiante, enfocándose en lo que pueden hacer en lugar de en sus limitaciones. La inclusión de tecnologías asistidas y el apoyo de asistentes personales o fisioterapeutas durante las clases pueden mejorar significativamente la experiencia educativa de estos estudiantes,

permitiéndoles alcanzar sus objetivos de aprendizaje al máximo de su potencial (Duarte-García & Sánchez-Araque, 2021).

Adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad auditiva

En el caso de los estudiantes con discapacidad auditiva, las adaptaciones curriculares en las asignaturas prácticas de Educación Física se centran en garantizar que la comunicación sea efectiva y que todos los estudiantes puedan acceder plenamente a las instrucciones y al contenido del curso. Esto puede implicar el uso de intérpretes de lengua de señas en el aula, así como la implementación de recursos visuales ampliados y tecnología asistida, como sistemas de amplificación de sonido o el uso de tabletas y aplicaciones que faciliten la comunicación. Además, los profesores pueden adaptar sus métodos de enseñanza para incluir señas visuales claras y demostraciones prácticas que ayuden a superar las barreras de comunicación (Soto-Rey & Pérez-Tejero, 2014).

Es esencial que los materiales de aprendizaje y las instrucciones sean accesibles para los estudiantes con discapacidad auditiva. Esto puede lograrse mediante la preparación de guías de estudio, resúmenes de clases y materiales didácticos en formatos escritos o digitales que los estudiantes puedan revisar antes y después de las clases prácticas. La creación de vídeos con subtítulos o en lengua de señas que muestren las técnicas y habilidades deportivas específicas también puede ser una herramienta valiosa para apoyar el aprendizaje independiente y la revisión de conceptos clave (Colorado & Mendoza, 2021).

Adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad intelectual

Para los estudiantes con discapacidad intelectual, las adaptaciones curriculares en las asignaturas prácticas de Educación Física deben enfocarse en proporcionar un entorno de aprendizaje estructurado, predecible y de apoyo que reconozca sus necesidades de aprendizaje únicas. La simplificación de instrucciones, el uso de rutinas consistentes y la enseñanza paso a paso son estrategias efectivas que ayudan a estos estudiantes a comprender mejor las tareas y a participar de manera significativa. Además, puede ser beneficioso dividir las habilidades y técnicas deportivas en componentes más pequeños y manejables, permitiendo que los estudiantes avancen a su propio ritmo y celebren logros individuales a lo largo del camino (Páez et al., 2022).

La inclusión de ayudas visuales, como pictogramas o historias sociales, puede ser especialmente útil para los estudiantes con discapacidad intelectual, ya que proporcionan puntos de referencia claros y facilitan la comprensión de las reglas y expectativas dentro del entorno de la clase de educación física. La implementación de juegos y actividades adaptadas que enfatizan la participación en lugar de la competencia puede fomentar un

ambiente de aprendizaje positivo y estimulante, donde todos los estudiantes se sientan capaces de contribuir y participar (Márquez, 2023).

Adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad visual

Para los estudiantes con discapacidad visual, las adaptaciones curriculares en las asignaturas prácticas de la licenciatura en Educación Física implican la creación de un entorno de aprendizaje que maximice el uso de los sentidos restantes, como el oído, el tacto y, en algunos casos, el olfato, para facilitar la participación y segura en actividades físicas y deportivas (Escudero et al., 2021). Esto puede incluir el uso de materiales con texturas diferenciadas, balones con sonidos y la descripción verbal detallada de las actividades y el entorno. Los educadores deben enfocarse en proporcionar instrucciones claras y concisas, utilizando descripciones verbales detalladas y guía física cuando sea necesario, para ayudar a los estudiantes a orientarse en el espacio y a entender los movimientos o técnicas deportivas específicas.

Basados en el fundamento teórico que establece la necesidad de desarrollar adaptaciones curriculares para las asignaturas prácticas en la formación del profesorado de la Educación Física, se plantea el objetivo principal de la presente investigación, estableciendo el indagar las adaptaciones curriculares que promueven la inclusión de estudiantes con diferentes discapacidades en la Carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte en el contexto ecuatoriano.

Metodología

El estudio desarrollado respondió a un enfoque mixto de investigación, en su planteamiento cuantitativo, se aplicó un tipo de investigación por diseño no experimental, por alcance descriptivo, por obtención de datos de campo y de corte trasversal. En su planteamiento cualitativo se planteó un diseño fenomenológico para determinar las experiencias de los estudiantes de cada grupo de discapacidad ante la aplicación de las diferentes adaptaciones curriculares planteadas por los docentes. Además, se aplicaron el método analítico sintético en el proceso de desarrollo de la fundamentación teórica del estudio, el método inductivo-deductivo en el proceso de análisis de los resultados obtenidos y elaboración de las conclusiones, así como el método matemático – estadístico para el análisis y presentación de los resultados alcanzados en el componente cuantitativo.

Como población de estudio se tomó en cuenta a la totalidad de docentes de las Carreras de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte de 18 universidades del Ecuador, a través de un muestreo no probabilístico por voluntariado se seleccionó a una muestra de 39 docentes, características de los cuales se observan:

Tabla 1
Características de la muestra de estudio

Variables	Masculino (n=24 – 61,5%)		Femenino (n=15 – 38,5%)		Total (n=39 – 100%)	
	M	DS±	M	DS±	M	DS±
Edad (años)	42,50	±10,98	39,20	±11,91	41,23	±11,31
Años de Experiencia	11,96	±7,28	9,80	±5,65	11,13	±6,71

Nota. Análisis descriptivo de valores medios (M) y desviaciones estándares (DS±)

El análisis de la muestra seleccionada evidencio estar conformada en su mayoría por docentes del género masculino, los cuales presentaron una edad media superior en 3,30 años más que el grupo de género femenino y de igual manera su experiencia fue mayor en 2,16 años.

Técnicas e instrumentos de investigación

Se aplicó la técnica cuantitativa de la encuesta y como instrumento un cuestionario auto administrado sobre los tipos de discapacidad y las adaptaciones curriculares que aplican los docentes en la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte de las diferentes universidades del Ecuador que la ofertan. El cuestionario constó de 12 ítems, encaminados a obtener información sobre las diferentes discapacidades, el grado de estas y las adaptaciones curriculares que estos aplican según las asignaturas y contenidos planificados en cada una de ellas.

En el desarrollo del planteamiento cualitativo se aplicó entrevistas en profundidad a un estudiante representante de cada tipo de discapacidad, abordando los siguientes tópicos a través de una pregunta abierta:

- **Experiencia con las adaptaciones:** ¿Cómo han influido las adaptaciones específicas en tu participación en las asignaturas prácticas?
- **Sentimiento de inclusión:** ¿Te sientes plenamente incluido e integrado en las asignaturas prácticas gracias a las adaptaciones realizadas?
- **Desafíos y necesidades específicos:** ¿Qué desafíos específicos encuentras en tu educación debido a tu discapacidad y qué necesidades adicionales tienes?
- **Opinión sobre la efectividad de las adaptaciones:** ¿Qué opinas sobre la efectividad de las adaptaciones en las asignaturas prácticas?
- **Sugerencias para mejorar la inclusión:** ¿Qué mejoras sugerirías para incrementar la inclusión y accesibilidad en las asignaturas prácticas desde tu percepción?
- **Apoyo de la comunidad educativa:** ¿Cómo calificas el nivel de comprensión y apoyo de tus profesores y compañeros en las asignaturas prácticas?

Tratamiento estadístico de los datos

Se aplicó el paquete estadístico SPSS versión 25, desarrollando un análisis de valores medios y desviaciones estándares para las variables de origen cuantitativo y un análisis de frecuencias y porcentajes para las variables de origen cualitativo.

Resultados

Tomando como referencia la información recibida en la encuesta realizada por los diferentes docentes en la formación de la carrera de Actividad Física y Deporte a nivel nacional, se estableció la presencia de tres tipos de discapacidad con sus diferentes clasificaciones (tabla 2).

Las asignaturas prácticas que a nivel nacional concuerdan en sus mallas curriculares, fueron el punto de partida para unificar los criterios de adaptaciones curriculares por parte de los docentes en sus clases, estas se unificaron en base a la perspectiva general de las respuestas alcanzadas y se presentan clasificadas por el tipo de discapacidad presente dentro de los estudiantes en formación de esta rama profesional.

Tabla 2

Criterios comunes de adaptaciones curriculares a las asignaturas prácticas en la formación de la carrera de Actividad Física y Deporte en el contexto ecuatoriano

Asignatura	Discapacidad física	Discapacidad visual	Discapacidad intelectual moderada
Gimnasia	Uso de aparatos adaptados, como barras paralelas bajas, y asistencia para movimientos que requieran soporte.	Uso de guías sonoras y táctiles.	Instrucciones simples y claras, con demostraciones visuales.
Expresión Corporal	Fomentar la creatividad con movimientos que se pueden realizar sentado o con ayuda de aparatos.	Enfoque en la percepción del espacio a través de sonidos y texturas.	Actividades estructuradas con pasos fáciles de seguir.
Natación	Implementar rampas de acceso a la piscina y proporcionar asistentes de natación si es necesario.	Líneas guía en el suelo de la piscina y señales acústicas para indicar los límites.	Enseñanza paso a paso con refuerzo positivo.
Atletismo	Competencias en silla de ruedas o adaptaciones para prótesis.	Pistas con texturas diferenciadas y uso de guías para correr.	Actividades sencillas y juegos de carrera con reglas claras.
Deportes de Combate	Técnicas adaptadas para competidores en sillas de ruedas o con limitaciones de movilidad.	Entrenamiento basado en el contacto y el sonido.	Enseñanza de técnicas básicas con enfoque en la seguridad.

Tabla 2

Criterios comunes de adaptaciones curriculares a las asignaturas prácticas en la formación de la carrera de Actividad Física y Deporte en el contexto ecuatoriano (continuación)

Asignatura	Discapacidad física	Discapacidad visual	Discapacidad intelectual moderada
Teoría y Práctica de los Juegos	Juegos adaptados que no requieran de movilidad extensa.	Juegos con elementos sonoros y táctiles.	Juegos simples y divertidos con reglas fáciles.
Fútbol	Fútbol para personas en sillas de ruedas o con movilidad reducida.	Balones con sonidos para orientación.	Enfoque en habilidades básicas y trabajo en equipo.
Danza y Manifestaciones Artísticas Inter Culturales	Danza adaptada, con énfasis en movimientos de la parte superior del cuerpo.	Enfoque en ritmos y sonidos.	Rutinas de danza simples y expresivas.
Baloncesto	Baloncesto en silla de ruedas bajo normativas paralímpicas.	Balones con sonidos y señales acústicas para orientar la ubicación del aro.	Enseñanza de habilidades fundamentales y juegos en equipo.
Entrenamiento Deportivo	Ejercicios de fortalecimiento y flexibilidad adaptados para diferentes tipos de discapacidades físicas.	Entrenamiento basado en la percepción espacial y auditiva.	Régimen de entrenamiento con objetivos claros y alcanzables.
Recreación	Actividades recreativas accesibles, como juegos de mesa o deportes adaptados.	Actividades que enfatizan el uso de los otros sentidos.	Actividades lúdicas y accesibles.
Pesas	Equipos adaptados para levantamiento de pesas y asistencia si es necesario.	Orientación y asistencia táctil.	Entrenamiento con pesas ligeras y supervisión constante.
Voleibol	Voleibol sentado.	Uso de balones con sonidos y redes con texturas diferenciadas.	Juegos simplificados con énfasis en la participación.

Nota: Datos propios de la investigación

La respuesta obtenida en la encuesta nos permite realizar un análisis integral en relación con las adaptaciones curriculares que los docentes aplican en relación con cada discapacidad presente:

Discapacidad física:

- Se observó un énfasis en la accesibilidad física y en la adaptación de equipamiento.
- Se implementan métodos de enseñanza inclusivos que permiten la participación de todos los estudiantes.

- Además, se presta atención a la personalización del aprendizaje, considerando las necesidades individuales y promoviendo la integración social.
- Estas adaptaciones reflejan un compromiso con la educación inclusiva y la igualdad de oportunidades para todos los estudiantes.

Discapacidad auditiva:

- Se observó una serie de estrategias comunes adoptadas en las adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad visual.
- Estas adaptaciones incluyen el uso de guías sonoras y táctiles, la percepción del espacio a través de sonidos y texturas, y el enfoque en la orientación auditiva y espacial.
- Se utilizan balones e implementos con sonidos y líneas guía texturizadas para facilitar la orientación y la participación en las actividades.
- Se enfatiza la importancia de entrenamientos basados en el contacto, sonido, y la utilización de los otros sentidos, promoviendo así una inclusión efectiva en el entorno educativo.

Discapacidad intelectual moderada:

- Se observó varios puntos comunes en las adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidad intelectual moderada.
- Se incluye la implementación de instrucciones simples y claras, acompañadas de demostraciones visuales.
- Se enfatiza la estructuración de actividades con pasos fáciles de seguir y la enseñanza paso a paso, reforzada con retroalimentación positiva.
- Las actividades propuestas son sencillas y a menudo lúdicas, con reglas claras y un enfoque en habilidades básicas y trabajo en equipo.
- Se prioriza la seguridad y la participación en un ambiente supervisado y accesible. Estas adaptaciones buscan facilitar el aprendizaje y la inclusión efectiva de estos estudiantes.

En base al diseño fenomenológico planteado para determinar las experiencias de los estudiantes de cada grupo de discapacidad ante la aplicación de las diferentes adaptaciones curriculares planteadas por los docentes por parte de los representantes de cada discapacidad se pudo obtener las siguientes respuestas:

Tabla 3
Respuestas a las interrogantes planteadas a cada representate por discapacidad

Pregunta	Idea en base a las respuestas		
	Discapacidad física	Discapacidad visual	Discapacidad intelectual moderada
¿Cómo han influido las adaptaciones específicas en tu participación en las asignaturas prácticas?	"Las adaptaciones en gimnasia me permiten participar activamente, aunque a veces siento que podrían ser más inclusivas."	"Las guías sonoras en atletismo me ayudan mucho, pero en deportes como el baloncesto, me siento menos incluido."	"Las instrucciones claras y paso a paso en gimnasia me ayudan a seguir las clases, pero a veces me siento excluido en deportes más complejos."
¿Te sientes plenamente incluido e integrado en las asignaturas prácticas gracias a las adaptaciones realizadas?	"Me siento incluido en natación gracias a las rampas de acceso, pero en atletismo, la falta de equipos adaptados limita mi participación."	"En natación, las líneas guía son efectivas, pero en deportes de equipo, las adaptaciones son insuficientes."	"Me siento incluido en actividades como danza, pero en deportes como el fútbol, me resulta difícil seguir el ritmo."
¿Qué desafíos específicos encuentras en tu educación debido a tu discapacidad y qué necesidades adicionales tienes?	"En deportes de combate, las adaptaciones son mínimas, lo que me hace sentir menos incluido."	"Las adaptaciones en danza son limitadas, lo que afecta mi sensación de inclusión."	"En natación, las adaptaciones son adecuadas, pero en deportes de equipo, me cuesta más."
¿Qué opinas sobre la efectividad de las adaptaciones en las asignaturas prácticas?	"Las adaptaciones son útiles, pero necesitamos más variedad en deportes adaptados."	"Las adaptaciones son en general útiles, pero hay inconsistencias entre las asignaturas."	"Las adaptaciones son útiles, pero necesito más tiempo para adaptarme."
¿Qué mejoras sugerirías para incrementar la inclusión y accesibilidad en las asignaturas prácticas desde tu percepción?	"Sugiero incluir más actividades adaptadas en el currículo para mejorar la inclusión."	"Sería beneficioso tener más recursos táctiles y sonoros en todas las asignaturas."	"Sería útil tener más actividades lúdicas y simplificadas para mejorar la inclusión."
¿Cómo calificas el nivel de comprensión y apoyo de tus profesores y compañeros en las asignaturas prácticas?	"Los profesores son comprensivos, pero necesitamos más sensibilización entre los estudiantes."	"Algunos profesores son excelentes en adaptar las clases, pero otros no están tan preparados."	"Los profesores son en general comprensivos, pero algunos compañeros no comprenden mis necesidades."

Nota: Datos propios de la investigación

En base a las respuestas obtenidas y un análisis detallado de las ideas comunes presentadas por cada entrevistados se categorizaron a esta en generales, axiales y ejecutivas:

Tabla 4

Categorías generales, axiales y ejecutivas en base a las ideas de los entrevistados

Categorías generales	Categorías axiales	Categorías ejecutivas
<p>Diversidad en Adaptaciones: Variabilidad en la efectividad y adecuación de las adaptaciones curriculares en diferentes deportes y asignaturas.</p>	<p>Barreras y Facilitadores: Identificación de factores que actúan como barreras o facilitadores en la inclusión y accesibilidad educativa.</p>	<p>Mejoras en Adaptaciones Curriculares: Propuestas concretas para mejorar las adaptaciones curriculares en función de las necesidades específicas de los estudiantes.</p>
<p>Experiencias de Inclusión: Grado de inclusión y participación en actividades físicas y deportivas.</p>	<p>Necesidades y Preferencias Individuales: Reconocimiento de la diversidad en necesidades y preferencias individuales de los estudiantes con discapacidad.</p>	<p>Estrategias de Formación Docente: Desarrollo de estrategias para mejorar la formación y sensibilización de los docentes y compañeros.</p>
<p>Interacción Social y Comunitaria: Nivel de sensibilización y apoyo de la comunidad educativa hacia estudiantes con discapacidades.</p>	<p>Comprensión y Sensibilización: Evaluación de la comprensión y sensibilización de docentes y compañeros sobre las discapacidades y sus impactos.</p>	<p>Promoción de una Cultura Inclusiva: Fomento de una cultura inclusiva que abrace la diversidad y facilite la participación plena de todos los estudiantes.</p>

La teoría emergente, basada en la triangulación de las respuestas obtenidas y el análisis de las categorías generales, axiales y ejecutivas, sugiere que, aunque se han realizado avances significativos en adaptaciones curriculares para estudiantes con discapacidades en la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte, existen brechas notables en términos de inclusión efectiva y sensibilización de la comunidad educativa. La teoría resalta la necesidad de un enfoque más personalizado y holístico en la formación del profesorado en Educación Física, que no solo se centre en las adaptaciones físicas, sino también en una comprensión profunda y empática de las necesidades individuales de los estudiantes. Además, enfatiza la importancia de fomentar una cultura inclusiva y una mayor formación y sensibilización entre profesores y compañeros, para asegurar una verdadera inclusión y participación de todos los estudiantes en un ambiente educativo diverso y acogedor.

Discusión

En el presente estudio se obtuvieron como resultados las diferentes adaptaciones curriculares establecidas por los docentes en la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte en el contexto ecuatoriano, dichas adaptaciones se establecen para los diferentes tipos de discapacidad y entre ellas la discapacidad física, resultados que se comparan con lo obtenido por Alcantud et al. (2000). La comparación entre los dos

estudios en relación con estudiantes con discapacidades físicas revela similitudes en el enfoque de modificar deportes convencionales y en el uso de equipos y asistencia especializada, pero difieren en la variedad y especificidad de las adaptaciones. Mientras que nuestro estudio ofrece un rango amplio de adaptaciones para actividades como danza, baloncesto en silla de ruedas y gimnasia adaptada, el segundo se enfoca en adaptaciones más generales para deportes específicos como voleibol sentado y adaptaciones teóricas en atletismo. Además, el presente estudio abarca un espectro más amplio de actividades, incluyendo aspectos artísticos, a diferencia del segundo, que se centra en deportes más tradicionales. Estas diferencias reflejan posiblemente variaciones en los recursos disponibles, las necesidades de los estudiantes o las filosofías educativas de las instituciones, resaltando la importancia de un enfoque personalizado y flexible en la educación física para garantizar la inclusión y el enriquecimiento educativo de todos los estudiantes, independientemente de sus capacidades físicas.

La comparativa entre las experiencias de estudiantes con discapacidad auditiva en diferentes programas universitarios relacionados con la Educación Física y deporte son escasas en la literatura científica, no obstante, los estudios desarrollados por Ortiz et al. (2023), se revela similitudes y diferencias en torno a la discapacidad auditiva. En ambos estudios los estudiantes entrevistados enfatizan en la necesidad de adaptaciones curriculares específicas, como guías sonoras o líneas guía en deportes, y la variabilidad en la preparación y dedicación de los docentes para acomodar sus necesidades. Sin embargo, difieren en aspectos como el tipo de adaptaciones requeridas; nuestro estudio se beneficia de recursos táctiles y sonoros, mientras que el segundo destaca la importancia de la atención personalizada y el apoyo en lectoescritura. Además, resaltan desafíos en la interacción con compañeros y la dependencia de un intérprete, aspectos no mencionados por el presente estudio. Estas diferencias subrayan la necesidad de enfoques educativos personalizados y flexibles, así como una mayor capacitación y conciencia entre educadores y compañeros para mejorar la inclusión y el aprendizaje de estudiantes con discapacidad auditiva.

Conclusiones

En base análisis tanto de las respuestas obtenidas por parte de los docentes de las diferentes instituciones de Educación Superior que ofertan la carrera de Pedagogía de la Actividad Física y Deporte y las experiencias expresadas por parte de los representantes de cada una de las discapacidades analizadas se puede establecer conclusiones en base a los siguientes puntos de análisis:

- ***Diversidad en adaptaciones y estructura general:*** Las adaptaciones curriculares varían significativamente entre diferentes deportes, reflejando un enfoque personalizado que atiende las necesidades individuales. Esta diversidad es crucial

para lograr una participación efectiva y equitativa de estudiantes con discapacidades en actividades deportivas.

- **Experiencias de inclusión y adaptaciones específicas:** Las adaptaciones para discapacidades físicas, visuales e intelectuales moderadas facilitan la inclusión y participación en el deporte. La modificación de equipos, el uso de ayudas sensoriales y la simplificación de instrucciones son ejemplos concretos que mejoran la experiencia inclusiva.
- **Interacción social y comunitaria:** Esta investigación refleja un nivel de sensibilización hacia estudiantes con discapacidades, promoviendo un ambiente educativo inclusivo. Sin embargo, hay espacio para mejorar la comprensión y el apoyo de la comunidad educativa.
- **Barreras y facilitadores en la comprensión y sensibilización:** Se identifican tanto barreras como facilitadores en la inclusión educativa. La falta de formación docente y la sensibilización inadecuada emergen como desafíos clave.
- **Necesidades y preferencias individuales:** El reconocimiento de la diversidad en necesidades y preferencias es fundamental para adaptar efectivamente el currículo deportivo.
- **Mejoras en adaptaciones curriculares y estrategias de formación docente:** Se sugiere la necesidad de propuestas concretas para mejorar las adaptaciones curriculares y desarrollar estrategias efectivas para la formación docente, aumentando así la sensibilización y comprensión sobre las discapacidades.
- **Promoción de una cultura inclusiva:** La promoción de una cultura inclusiva que abrace la diversidad es esencial para facilitar la participación plena de todos los estudiantes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

Alcantud Marín, F., Ávila Clemente, V., & Asensi Borrás, M. C. (2000). *La integración de estudiantes con discapacidad en los estudios superiores*. Editorial Universitat id Valencia. <https://roderic.uv.es/rest/api/core/bitstreams/62b7658d-8026-477d-8c03-725c68124280/content>

Arguedas Negrini, I. (2004). Reacciones de profesoras y profesores de la universidad de Costa Rica ante la flexibilización del currículum para estudiantes con necesidades educativas especiales. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 4(2), 5-7. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=44740208>

- Blanco Guijarro, R., & Duk Homad, C. (2011). Educación inclusiva en América Latina y el Caribe. *Ediciones Universidad de Salamanca*, 17, 37-55.
https://gedos.usal.es/bitstream/handle/10366/120844/Educacion_inclusiva_en_Amer?sequence=1
- Bórquez Hernández, G. (2023). *La formación continua centrada en la reflexión de la práctica docente: experiencia de grupos pedagógicos y acompañamientos de docentes en el aula* [Tesis Doctoral Inédita, Universidad de Sevilla, Sevilla].
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=317626>
- Campos Granell, J., Llopis Goig, R., Gimeno Raga, M., & Maher, A. (2020). Percepción de competencia para la atención de alumnos con necesidades educativas especiales en Educación Física: la voz de estudiantes universitarios de España y Reino Unido (Perceived competence to teach students with special educational needs in Physic. *Retos*, 39, 372–378.
<https://doi.org/10.47197/retos.v0i39.79498>.
<https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/79498>
- Castañeda Hernández, P. C., & Bermúdez Granados, E. (2023). Recono-ser: *Puentes Comunicativos, Educación Física y Discapacidad Auditiva* [Tesis de Grado, Universidad Pedagógica Nacional]
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/19207/Proyecto%20Curricular%20Particular%20Recono-ser.pdf?sequence=4>
- Clavijo Castillo, R. G., & Bautista-Cerro, M. J. (2019). La educación inclusiva. Análisis y reflexiones en la educación superior ecuatoriana. *Alteridad*, 15(1), 113–124. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.09>.
<https://alteridad.ups.edu.ec/index.php/alteridad/article/view/1.2020.09>
- Colorado Espinoza, M. E., & Mendoza Moreira, F. S. (2021). El material didáctico de apoyo en adaptaciones curriculares de matemáticas para personas con discapacidad intelectual. *Conrado*, 17(80), 312-320.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttextpid=S1990-86442021000300312
- Damiani Pellegrini, Luis Romano. (2023). Fundamentos teórico-conceptuales de la Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad de la Organización de las Naciones Unidas: la teoría de los derechos humanos y el modelo social de la discapacidad. *Anuario mexicano de derecho internacional*, 23(23), 391- 424. <https://doi.org/10.22201/ijj.24487872e.2023.23.17903>.
<https://revistas.juridicas.unam.mx/index.php/derecho-internacional/article/view/17903/18249>

Duarte-García, M., & Sánchez-Araque, K. (2021). *Discapacidad visual y emoción: diseño de una cartilla sobre educación afectiva y emocional dirigida a los docentes especializados en el trabajo con niños que poseen discapacidad visual o baja visión* [Tesis de Grado, Universidad Católica de Colombia].

<https://hdl.handle.net/10983/26827>.

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/8486809f-e602-4402-8b48-19a90579bdd3/content>

Escudero, E. F., Palmeros, G., & Pérez-Castro, J. (2021). Barreras y facilitadores institucionales en la formación académica de egresados con discapacidad visual. *Polyphōnía: Revista de Educación Inclusiva/Polyphōnía: Inclusive Education Journal*, 5(1), 44. <https://core.ac.uk/download/pdf/428351691.pdf>

Enciso, J., Córdoba, L., & Romero, L. (2016). Adaptaciones curriculares para el ingreso, permanencia y graduación de estudiantes con discapacidad: una experiencia desde la educación superior. *Cultura Educación y Sociedad*, 7(2), 72–93.

<https://revistascientificas.cuc.edu.co/culturaeducacionysociedad/article/view/1103>

González Quezada, M. S. E., Armijos Robles, D. M., & Ríos Robles, C. P. (2023). Adaptaciones Curriculares para la Atención en las Necesidades Educativas Especiales de las Niñas y Niños con Discapacidad Intelectual, Física, Auditiva y Visual. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 14235–14250.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5845.

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/5845>

Hernández, P., & Samada, Y. (2021). La educación inclusiva desde el marco legal educativo en el Ecuador. *ReHuSo*, 6(3), 52-67. DOI: 10.5281/zenodo.5512949.

[http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstractypid=S2550-](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstractypid=S2550-65872021000300063ylnq=esynrm=iso)

[65872021000300063ylnq=esynrm=iso](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_abstractypid=S2550-65872021000300063ylnq=esynrm=iso)

López Paredes, N. A., & Villacrés López, J. M. (2023). El Principio de igualdad y la educación superior inclusiva de las personas con discapacidad. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(5), 4790 – 4812.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i5.8076.

<https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/8076>

Márquez, M. A. (2023). Educación inclusiva en la universidad. *Revista Derechos Humanos y Educación*, 1(8), 167–188.

<https://revistaderechoshumanosyeducacion.es/index.php/DHED/article/view/143>

<https://revistaderechoshumanosyeducacion.es/index.php/DHED/issue/view/7>

- Ocampo, J. C. (2018). Discapacidad, inclusión y educación superior en Ecuador: el caso de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. *Revista Latinoamericana De Educación Inclusiva*, 12(2), 97–114. <https://doi.org/10.4067/s0718-73782018000200097>. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-73782018000200097&script=sci_abstract
- Ocampo González, A. (2013). Inclusión de estudiantes en situación de discapacidad a la educación superior. Desafíos y oportunidades. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva* 6 (2), 227–239. http://riberdis.cedid.es/bitstream/handle/11181/5553/Inclusi%c3%b3n_de_estudiantes_en_situacion_de_discapacidad.pdf?sequence=1&rd=0031285734448318
- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, (19), 93-110. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>. <https://sophia.ups.edu.ec/index.php/sophia/article/view/19.2015.04>
- Ortiz Martínez, M. G., Villarreal Ángeles, M. A., Aguirre Gurrola, H. B., & Walkup Núñez, L. A. (2023). Necesidades educativas especiales en el programa licenciatura en educación física y deporte de la Universidad Juárez del Estado de Durango (Special Educational Needs in the degree program in physical education and sports of the Universidad Juarez del Est). *Retos*, 50, 1232–1239. <https://doi.org/10.47197/retos.v50.96776>. <https://recyt.fecyt.es/index.php/retos/article/view/96776>
- Otondo Briceño, M. (2018). Inclusión de estudiantes con discapacidad en educación superior. *Espacios*, 39(49), 3. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n49/a18v39n49p06.pdf>
- Tapia Berrios, C., & Manosalva Mena, S. (2012). Inclusión de estudiantes con discapacidad en la educación superior. *Rexe. Revista de Estudios y Experiencias en Educación*, 11(22), 13-34. <https://www.revistaespacios.com/a18v39n49/a18v39n49p06.pdf>
- Páez Basabe, M., Arcia Melgarejo, S., Escalona García, C., Vargas Gélige, E., & Darias Ávila, N. (2022). Folleto de juegos predeportivos correctivos compensatorios para educandos con discapacidad intelectual. *Podium. Revista de Ciencia y Tecnología en la Cultura Física*, 17(3), 1006-1017. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1996-24522022000301006.
- Palma-Picado, K., Delgado-Agüero, C., & Moreira-Mora, T. E. (2021). Una propuesta práctica para la inclusión de estudiantes ciegos en una carrera de ingeniería: un

estudio de caso. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 15(1), 139–154. <https://doi.org/10.4067/s0718-73782021000100139>.
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-73782021000100139

Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (1994). *Declaración de Salamanca y Marco de Acción para las necesidades educativas especiales*.
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000098427_spa

Simón, C., & Molina, P. (2022). Haciendo realidad la inclusión en la escuela: condiciones, desafíos y prácticas inspiradoras. *Revista Ibero Americana de Educación*, 89(1), 9 - 4. <https://doi.org/10.35362/rie8915216>
<https://rieoei.org/RIE/article/view/5216/4570>

Soto-Rey, J., & Pérez-Tejero, J. (2014). Estrategias para la inclusión de personas con discapacidad auditiva en educación física. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (406), 93–101. <https://doi.org/10.55166/reefd.v0i406.30>.
<https://www.reefd.es/index.php/reefd/article/view/30>

Valdivieso, K. D., Paspuel, D. A. V., Ruiz, J. S., & Berrú, C. B. C. (2021). Educación inclusiva en la educación superior: Propuesta de un modelo de atención en Ecuador. *Revista de ciencias sociales*, 27(3), 14-27.
<https://www.redalyc.org/journal/280/28068276002/html/>

Vélez-Miranda, M. J., San Andrés-Laz, E. M., & Pazmiño-Campuzano, M. F. (2020). Inclusión y su importancia en las instituciones educativas desde los mecanismos de integración del alumnado. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(9), 5-27. <https://doi.org/10.35381/r.k.v5i9.554>.
<https://www.redalyc.org/journal/5768/576869060001/576869060001.pdf>

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



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



Indexaciones



Análisis multitemporal de la dinámica de cobertura/uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas

Multi-temporal analysis of the land cover/use dynamics in the Esmeraldas River basin

- ¹ Jesmar Jandry Corozo Hurtado  <https://orcid.org/0009-0003-0908-129X>
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.
jesmar.corozo@utelvt.edu.ec
- ² Patricio Alejandro Merino Córdova  <https://orcid.org/0000-0001-5068-8673>
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.
patricio.merino@utelvt.edu.ec
- ³ Byron Fabricio Estupiñán Cox  <https://orcid.org/0000-0001-6523-667X>
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.
byron.estupinan@utelvt.edu.ec
- ⁴ Joel Darvin Velasco Quiñónez  <https://orcid.org/0000-0001-8864-9557>
Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Estación Experimental Mutile, Esmeraldas, Ecuador.
joel.velasco@utelvt.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado: 20/01/2024

Revisado: 22/02/2024

Aceptado: 15/03/2024

Publicado: 25/04/2024

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.3021>

Cítese:

Corozo Hurtado, J. J., Merino Córdova, P. A., Estupiñán Cox, B. F., & Velasco Quiñónez, J. D. (2024). Análisis multitemporal de la dinámica de cobertura/uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas. *ConcienciaDigital*, 7(2), 178-195. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i2.3021>



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

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

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons AttributionNonCommercialNoDerivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Palabras claves:

Cuenca hidrográfica del río Esmeraldas, uso de suelo, zona antrópica, análisis multitemporal, proyección.

Keywords:

Esmeraldas River watershed, land use, anthropic zone, multitemporal analysis, projection.

Resumen

Introducción: El análisis multitemporal de la cobertura y uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas se realizó para el periodo del año 2000 al 2022, junto con una proyección para el año 2044 que fue elaborada en el software Idrisi Selva v.17 y ArcGIS 10.8. **Objetivo:** Analizar los cambios de cobertura y el uso del suelo de la cuenca del río Esmeraldas para el periodo del año 2000 al 2022 con proyección para el año 2044. **Metodología:** Para esta investigación se establecieron 2 etapas: Delimitación del área de estudio, seguido de la obtención de la información cartográfica de las coberturas y uso de suelo, las que fueron adquiridas del portal del ministerio de ambiente, agua y transición ecológica. **Resultados:** La tasa de cambio de cobertura y uso de suelo fue la siguiente: Bosque -73.94%, tierra agropecuaria 12.68%, zona antrópica 100.00%, Vegetación Arb y Herb -98.70%, Otras Tierras -82.48%, Cuerpo de Agua -89.21%. **Conclusión:** El análisis multitemporal demostró los cambios que tuvieron las coberturas de la cuenca del río Esmeraldas en un periodo de 22 años con el fin de dar a conocer como las actividades humanas influyen en los cambios de cobertura y el uso del suelo. **Área de estudio general:** Ecología y medio ambiente. **Área de estudio específica:** Hidrología.

Abstract

Introduction: The multitemporal analysis of the land cover and land use of the Esmeraldas River basin was conducted for the period from 2000 to 2022, along with a projection for the year 2044 that was prepared in the Idrisi Selva v.17 and ArcGIS 10.8 software. **Objective:** To analyze changes in land cover and land use in the Esmeraldas River basin for the period from 2000 to 2022 with a projection for 2044. **Methodology:** For this research, 2 stages were established: Delimitation of the study area, followed by obtaining cartographic information on land cover and use, which were acquired from the portal of the Ministry of Environment, Water and Ecological Transition. **Results:** The rate of change in land cover and land use was as follows: Forest -73.94%, Agricultural Land 12.68%, Anthropic Zone 100.00%, Arb and Herb Vegetation -98.70%, Other Land -82.48%, Water Body -89.21%. **Conclusion:** The multitemporal analysis demonstrated the changes in the coverage of the

Esmeraldas River basin over a period of 22 years to show how human activities influence changes in land cover and land use.

General area of study: Ecology and environment. **Specific area of study:** Hydrology.

Introducción

En Ecuador por medio de la agricultura y la expansión de zonas urbanas se han experimentado intensos cambios de cobertura y el uso del suelo, el aumento demográfico está actuando directamente sobre estas áreas, porque cada vez se tienen que sacrificar más área para establecer cultivos y zonas urbanas (Pinos, 2016).

la cobertura y el uso del suelo de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas es un asunto de interés común debido al crecimiento demográfico que ha tenido la sociedad en los últimos años y como resultado de esto se ha producido variaciones entre las coberturas y uso del suelo (García, 2022).

El análisis multitemporal es un proceso que nos permite predecir futuros escenarios y determinar como el avance de la sociedad está relacionada con la perdida de áreas naturales, En la actualidad con las herramientas SIG podemos realizar análisis de las coberturas y obtener información de los usos que tiene el suelo, al mismo tiempo se busca demostrar a la sociedad que la degradación del suelo y la contaminación del agua es un problema irreversible (Pesantez, 2015).

Según Harbaugh (1972 citado en Vásconez et al., 2019), la cuenca hidrográfica es un área definida topográficamente, drenada por un curso de agua o un sistema conectado de cursos de agua, que dispone de una salida simple para que todo el caudal efluente sea descargado.

La cuenca del río Esmeraldas corresponde a la vertiente del Pacífico, está formada por tres grandes afluentes como son: el río Guayllabamba, el río Blanco y el río Quinindé, con una superficie de 21.669 km². En esta unidad territorial drenan aproximadamente 70 ríos y numerosas quebradas. Su cauce es navegable desde la confluencia con el río Guayllabamba hasta su desembocadura en el océano Pacífico (Reyes et al., 2022).

El presente trabajo tiene como objetivo realizar el análisis multitemporal de la cobertura y uso de suelo de la cuenca hidrográfica del río Esmeraldas en el periodo de los años 2000 al 2022 con una proyección para el año 2044 utilizando los sistemas de información geográfica, a través de las herramientas Idrisi Selva v.17 y ArcGIS 10.8, al mismo tiempo

esta investigación busca dar a conocer a la ciudadanía como las influyen actividades humanas al cambio y uso de suelo.

Metodología

Área de estudio

La cuenca hidrográfica del río Esmeraldas está ubicada al noroeste de la Provincia de Esmeraldas abarca territorio de Pichincha, Santo Domingo, Imbabura, Manabí y Cotopaxi, la topografía de la cuenca hidrográfica va desde 0 Hasta 5896 m s.n.m, ocupa el 5to lugar en las cuencas nacionales, esta unidad territorial posee una área de 21 658.4 Km² donde se encuentran las fuentes hídricas: el Blanco, Guayllabamba, Toachi, Pilatón y Esmeraldas, cabe destacar que el río Esmeraldas desemboca en el océano Pacífico (Dorigo, 2012).

Figura 1

Localización de área de trabajo



Obtención de información cartográfica

La información cartográfica de la cobertura y uso de suelo se obtuvo del portal del ministerio de ambiente, agua y transición ecológica (MAATE), La selección de la

cobertura se realizó en el mapa interactivo del (MAATE) Procediendo a escoger la capa de cobertura y uso de suelo del año 2000 y 2022 considerando que estas coberturas están en escala 1:100 000 para luego descargarlas en formato *Shapefile* para procesar la información en el software ArcGIS 10.8, Una vez cargada la información en ArcGIS se procedió a recortar la cobertura general con base a *Shapefile* de la cuenca del río Esmeraldas, continuando con el procesamiento de la información seleccionamos las coberturas y nos dirigimos a propiedades de capa en la opción en simbología para luego en categorías colocar las coberturas que en este caso son: bosque , tierra agropecuaria, otras tierras , vegetación arbustiva y herbácea, zona antrópicas y cuerpo de agua, una vez categorizada y simbolizadas las capas se elaboró el mapa de coberturas y usos de suelo para el años 2000 y 2022.

La proyección de cobertura para el año 2044 se realizó con las de cobertura y uso de suelo del año 2000 y 2022 convirtiendo los archivos de formato *Shapefile* a ráster para reclasificarlos y convertirlos en archivos de formato ASCII para procesarlos en software Idrisi selva v.17.

En el software Idrisi selva v.17 se cargaron las capas de formato ASCII del año 2000 y 2022, para convertirlas archivos de formato (RST), para utilizarlas con la cadena de Márkov para realizar la predicción del cambio a futuro que puede tener la cobertura y el uso del suelo para el año 2044.

El análisis multitemporal se realizó comparando las coberturas del año 2000-2022 y la proyección del año 2044 con el fin de comparar los cambios de coberturas y el uso del suelo que han ocurrido en estos periodos de tiempo. con los resultados del procesamiento de los datos se realizó la matriz de transición con el software Excel (tabla 1), para la matriz de transición se asignará un código para cada cobertura teniendo en cuenta que las filas corresponden a las coberturas del primer periodo (tiempo 1), y las columnas corresponden al segundo periodo (tiempo 2), al completar la matriz de transición los valores de cobertura que se muestran diagonales son que no han sufrido cambios en este periodo de tiempo (Niño, 2020).

Tabla 1

Matriz de códigos de la tabulación cruzada entre los años 2000-2022

Cobertura/Usos de suelo	Código	Año 2						
		Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua	
		10	20	30	40	50	60	
Año 1	Bosque	1	11	21	31	41	51	61
	Tierra Agropecuaria	2	12	22	32	42	52	62

Tabla 1
Matriz de códigos de la tabulación cruzada entre los años 2000-2022 (continuación)

Cobertura/Usode suelo	Código	Año 2					
		Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
		10	20	30	40	50	60
Vegetación Arb y Herb	3	13	23	33	43	53	63
Zona Antrópica	4	14	24	34	44	54	64
Otras Tierras	5	15	25	35	45	55	65
Cuerpo de Agua	6	16	26	36	46	56	66

Resultados

Cobertura vegetal y uso del suelo 2000 2022

En la cobertura y uso de suelo del año 2000 (figura 2), se puede observar que la categoría de tierra agropecuaria fue la categoría que tenía mayor proporción para ese año con un área de 1163157.20 hectáreas, la que corresponde a 53.71% del área total de la cuenca. La segunda categoría con mayor superficie correspondió a bosque con 681048.22 hectárea, que sería el 31.45% de la superficie total, la categoría de vegetación arbustiva y herbácea ocupó el 3er lugar contando con 265309.25 hectáreas, que en porcentaje corresponde al 12.25% del área, la categoría zona antrópica en el año 2000 tenía 31480.92 hectáreas o 1.45% del área de la cuenca, otras tierras tuvieron un área de 11925.31 hectáreas, que en porcentaje es el 0.55% y la categoría cuerpo de agua tuvo 0.60% del área total de la cuenca, que son 12900.76 hectáreas (tabla 2).

En la cobertura y uso de suelo del año 2022 (figura 3) se puede apreciar que la categoría de tierra agropecuaria continuó siendo la categoría con mayor superficie de la cuenca del río Esmeraldas, la categoría de tierra agropecuaria en 2022 tuvo una superficie de 1310623.06 hectáreas, que corresponde a un 60.51% de las coberturas, la categoría de bosque cuenta con el 23,25% de la cobertura de la cuenca, que son 503584.00 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea tuvo para el año 2022 261865,37 hectáreas, que sería 12.09 %. Estos datos se pueden comprobar en la tabla 2. Siguiendo con las coberturas tenemos la zona antrópica con 68395.52 hectáreas, que corresponde al 3.16% de la superficie total, otras tierras tienen 9845.50 hectáreas que corresponde a 0,45% de la cuenca y la categoría de cuerpo de agua cuenta con 11508.21 hectáreas que es el 0.53% del área de la cuenca.

Figura 2

Cobertura y uso de suelo del año 2000

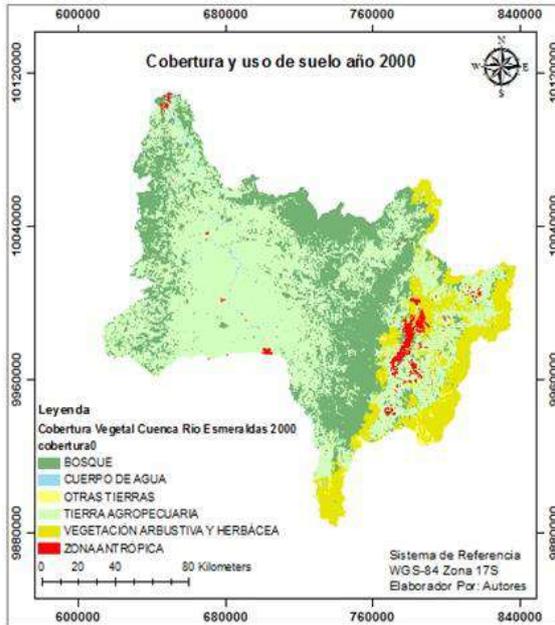
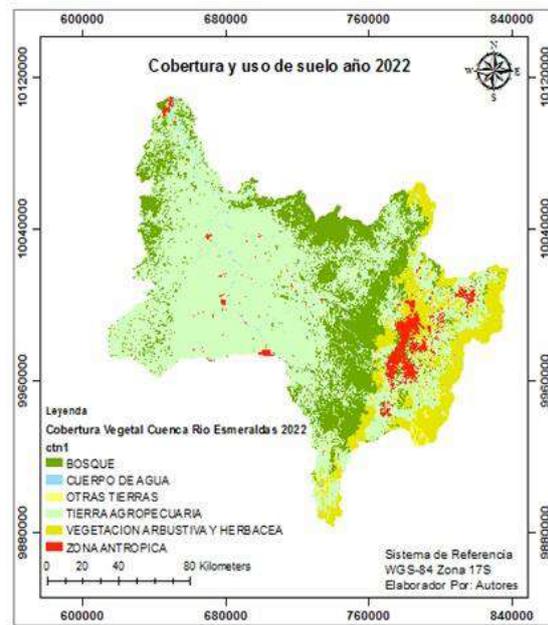


Figura 3

Cobertura y uso de suelo del año 2022



Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo 2000-2022

El cambio de cobertura para el periodo 2000-2022 (tabla 2), se observa que la categoría de tierra agropecuaria tiene un cambio neto de 147465.86 hectáreas y una tasa de cambio de 12.68%, la cobertura de bosque en 2000-2022 tuvo un cambio neto de 177464.22 hectáreas con una tasa de cambio -73.94%, la categoría de vegetación arbustiva y herbácea tuvo un cambio neto de 3443.88 hectáreas, con una tasa de cambio de -98.70%, la categoría de zona antrópica tiene un cambio neto de 36914.60 hectáreas y una tasa de cambio >100%, la cobertura de otras tierras tiene un cambio neto de superficie 2079.81 hectáreas con una tasa de cambio de -82.56 %, cuerpo de agua tiene un cambio de 1392.55 hectáreas con una tasa de -89.21% (tabla 2 y figura 4).

Tabla 2

Cambio de cobertura y uso de suelo año 2000-2022

Categoría	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
Cobertura y uso de suelo año 2000 (Ha)	681048.22	1163157.20	265309.25	31480.92	11925.31	12900.76
Cobertura y uso de suelo año 2022 (Ha)	503584.00	1310623.06	261865.37	68395.52	9845.50	11508.21

Tabla 2

Cambio de cobertura y uso de suelo año 2000-2022 (continuación)

Categoría	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
Cambio neto entre 2000-2022 (Ha)	177464.22	147465.86	3443.88	36914.60	2079.81	1392.55
Tasa de cambio (%)	-73.94%	12.68%	-98.70%	100.00%	-82.56%	-89.21%

Figura 4

Tasa de cambio 2000-2022

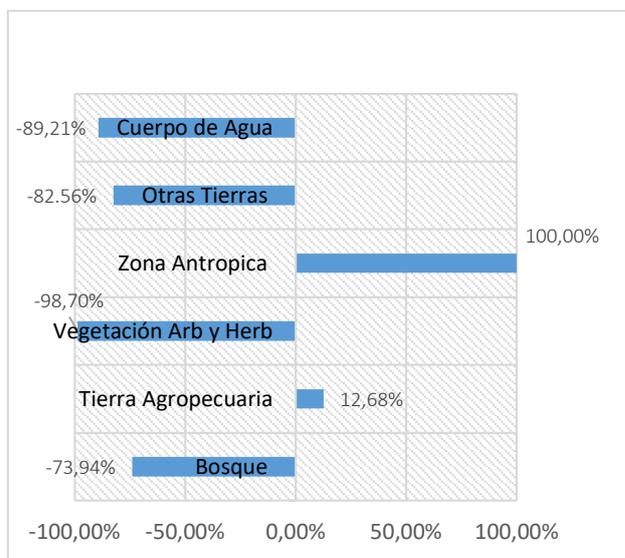
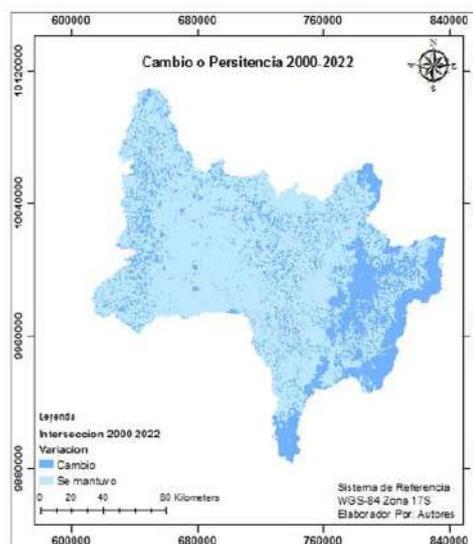


Figura 5

Cambio o persistencia 2000-2022



Perdida y ganancia de cobertura y uso de suelo 2000-2022

Los resultados de la tabla 3, corresponde a la matriz de transición del año 2000-2022, Las superficies que se muestran en la fila de tiempo 1 (2000), corresponde perdida superficie de las siguientes categorías: Bosque ha perdido en 22 años 221570.10 hectáreas, la categoría de tierra agropecuaria ha perdido 106354.80 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 48680.50 hectáreas, la categoría de zona antrópica no ha perdido superficie 0.00 hectáreas, la categoría de Otras tierras perdió una superficies de 5288.90 hectáreas y cuerpos de agua perdió una superficie de 4020.20 hectáreas. Las superficies de la columna tiempo 2 (2022) corresponden las Ganancia que han tenido las siguientes categorías: Bosque ha ganado 44113.20 hectáreas, Tierra agropecuaria 253822.30 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea, 47103.76 hectáreas, zona antrópica 36914.60 hectáreas, otras tierras 1332.96 hectáreas y cuerpo de agua gano 2667.64 hectáreas.

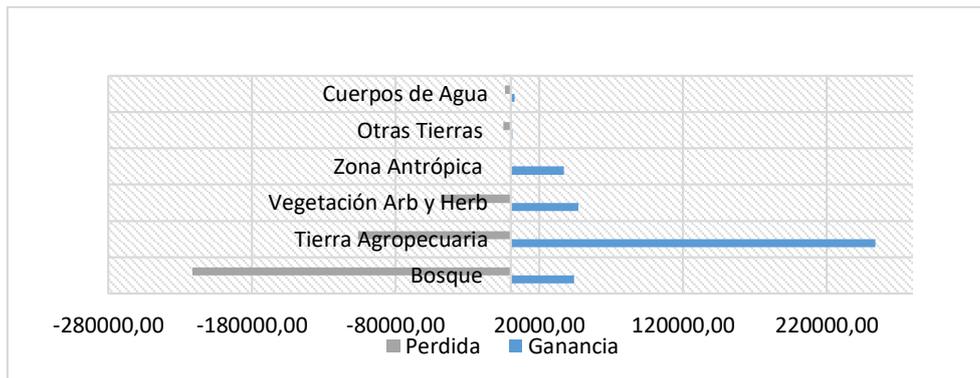
Tabla 3

Matriz de códigos de la tabulación cruzada entre los años 2000-2022

Cobertura / Uso suelo	Tiempo 2 (2022)					
	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de agua
Tiempo 1 (2000)						
Bosque	459478.10	208204.20	11094.20	1836.60	223.30	211.90
Tierra Agropecuaria	40460.90	1056802.40	31419.60	31621.70	551.30	2301.40
Vegetación Arb y Herb	3507.30	41249.50	214761.60	3283.70	551.30	88.80
Zona Antrópica	0.00	0.00	0.00	31480.90	0.00	0.00
Otras Tierras	92.50	683.50	4452.10	35.20	6636.50	25.60
Cuerpos de Agua	52.60	3685.20	137.80	137.50	7.10	8880.60
Total 2000	681048.20	1163157.20	263442.10	31480.90	11925.30	12900.80
Total 2022	503591.30	1310624.70	261865.40	68395.50	7969.40	11508.20
Perdida	221570.10	106354.80	48680.50	0.00	5288.90	4020.20
Ganancia	44113.20	253822.30	47103.76	36914.60	1332.96	2627.60

Figura 6

Perdida - ganancia cobertura y uso de suelo 2000-2022



Cobertura vegetal y uso del suelo 2022 -2044

En la cobertura y uso de suelo del año 2022 se puede observar que la categoría de tierra agropecuaria es la superficie que se encuentra en mayor proporción con un área de 1310623,06 hectáreas, que corresponde al 60.51 % del área de la cuenca. La segunda categoría con mayor área son los bosques con 503584.00 hectárea que corresponde a un 23.25% de la superficie total. En 3er lugar está la categoría de vegetación arbustiva y herbácea con 261865.37 hectáreas, que en porcentaje corresponde al 12.09% del área. En 4to lugar está la categoría zona antrópica con 68395.52 hectáreas o 3.16% del área

total de la cuenca, categoría de otras tierras tiene un área de 9845.50 hectáreas que sería 0.45% del área total, y la cobertura de cuerpo de agua tiene el 0.53% de área total que en hectáreas sería de 11508.21 (tabla 4).

En la cobertura y uso de suelo del año 2044 se puede apreciar que el 1er lugar lo tendrá la categoría de tierra agropecuaria con una superficie para el 2044 de 1294589.49 hectáreas, que corresponderá al 59.77 % del área; el 2do lugar lo tendrá la categoría de bosque que contará con 411372.71 hectáreas, que corresponde al 18.99%; 3er lugar lo tendrá la categoría de vegetación arbustiva y herbácea que contará para el año 2044 con 288465.83 hectáreas, que en porcentaje sería 13.31%, datos que se pueden comprobar en la tabla 4. En 4to lugar esta las coberturas de zona antrópica con 147758.47 hectáreas, que corresponde al 6.92 % del área de la cuenca, la categoría de otras tierras tendrá 9672.86 hectáreas, esta superficie corresponde a 0.44 % del área de la cuenca, la categoría de cuerpo de agua tendrá 13962.30 hectáreas, que en porcentajes es 0.64% del área total de la cuenca del río Esmeraldas para el año 2044.

Figura 7

Cobertura y uso de suelo del año 2022

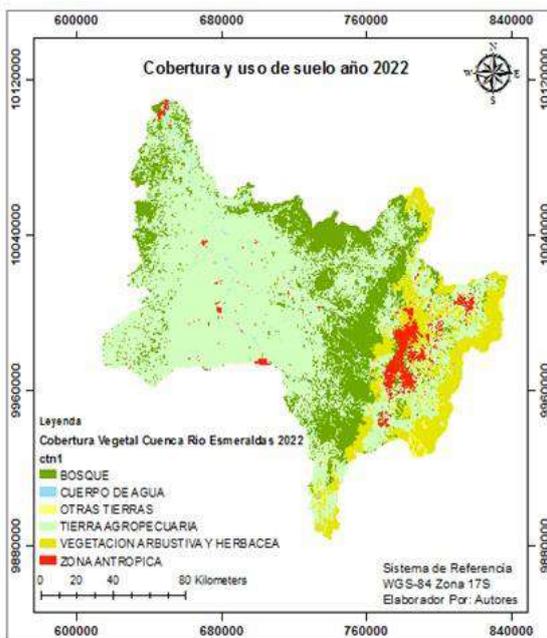
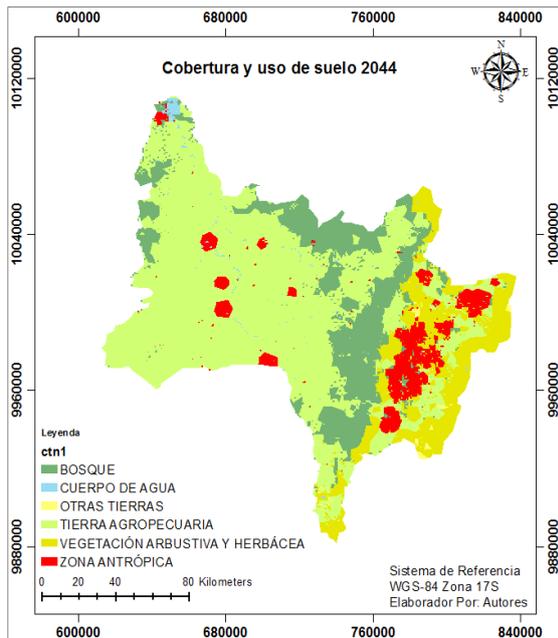


Figura 8

Cobertura y uso de suelo del año 2044



Cambio de cobertura vegetal y uso del suelo 2022 2044

El cambio de cobertura para el periodo 2022-2044 (tabla 4), se observa que la categoría de tierra agropecuaria tendrá un cambio neto de 16033.57 hectáreas y una tasa de cambio de -98.78%, en la cobertura de bosque se logra apreciar que del 2022-2044 disminuirá 92211.28 hectáreas con una tasa de cambio -81.69%, la categoría de vegetación arbustiva

y herbácea reducirá 26600.46 hectáreas con una tasa de cambio de 10.16%, en la categoría de zona antrópica tiene un cambio de 79362.95 hectáreas y una tasa de cambio del 100%, la cobertura de otras tierra hará un cambio de superficie para 2044 de 172,64 hectáreas con una tasa de cambio de -98.25%, cuerpo de agua tendrá un cambio de 2454.09 hectáreas con una tasa de 21.32% (figura 9 y 10).

Tabla 4

Cambio de cobertura y uso de suelo año 2022-2044

Categoría	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de Agua
Cobertura y uso de suelo año 2022 (Ha)	503584,00	1310623,06	261865,37	68395,52	9845,50	11508,21
Cobertura y uso de suelo año 2044 (Ha)	411372,71	1294589,49	288465,83	147758,47	9672,86	13962,30
Cambio neto entre 2022-2044 (Ha)	92211,28	16033,57	26600,46	79362,95	172,64	2454,09
Tasa de cambio	-81,69%	-98,78%	10,16%	100,00%	-98,25%	21,32%

Figura 9

Tasa de cambio (%) 2022-2044

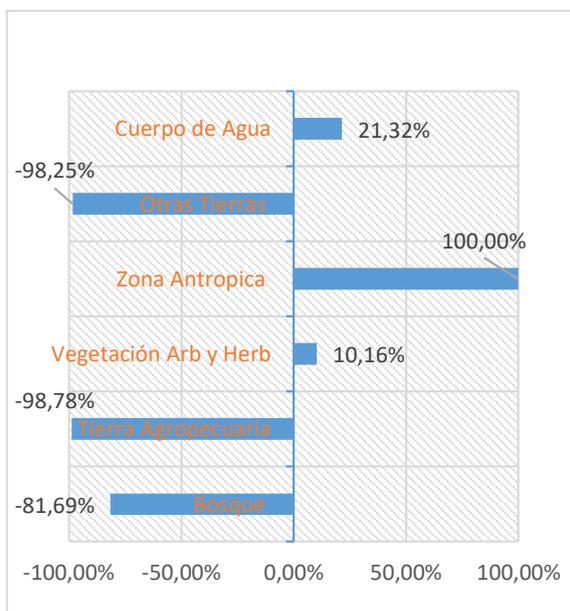
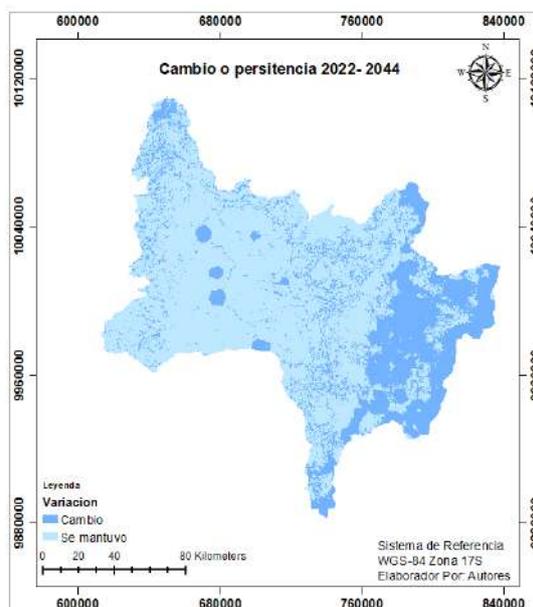


Figura 10

Cambio o persistencia 2022-2044



Perdida y ganancia de cobertura y uso de suelo 2022-2044

Los resultados que se observan en el (tabla 5), corresponde a la matriz de transición del año 2022-2044, las superficies que se muestran en la fila de tiempo 1 (2022), corresponde a la superficie de la siguientes categorías: bosque perderá en 22 años 156973.98 hectáreas, la categoría de tierra agropecuaria perderá en 2044 187852.35 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea perderá 35052.43 hectáreas, zona antrópica perderá 11360.99 hectáreas, la categoría de otras tierras perderá una superficies 4753.13 hectáreas, cuerpos de agua perderá una superficie de 8498.17 hectáreas. Las superficies que se observa en la columna de tiempo 2 (2044) corresponden las ganancias que han tenido las siguientes categorías: bosque ganara en 22 años 65442.26 hectáreas, tierra agropecuaria ganara 171617.48 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 61447.89 hectáreas, zona antrópica ganara 90525.45 hectáreas, otras tierras ganara 4640.75 hectáreas y cuerpo de agua ganara 10817.21 hectáreas. Con base a la proyección realizado de la perdida y ganancia de cobertura y uso de suelo para el año 2044, teniendo en cuenta que los resultados obtenidos del cambio de uso de suelo son escenarios son preocupantes porque en 22 años desaparecerá una gran superficie de los bosques por los aumentos demográficos. Según Mielles & Jaramillo (2020), un descontrolado aumento demográfico lleva a la deforestación del bosque con el objetivo de obtener madera para construcciones, áreas para tierras de pastoreo o actividades agrícolas.

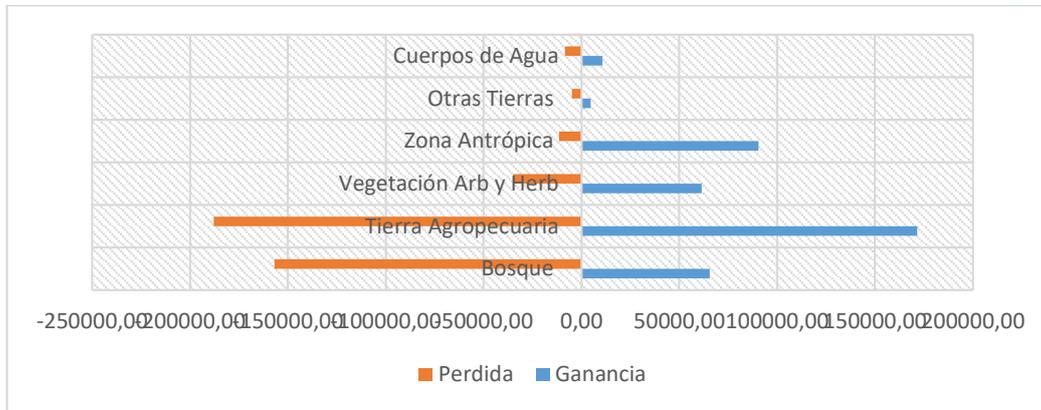
Tabla 5

Matriz de transición de las categorías de uso de suelo entre 2022- 2044

Cobertura / Uso suelo	Tiempo 2 (2044)					
	Bosque	Tierra Agropecuaria	Vegetación Arb y Herb	Zona Antrópica	Otras Tierras	Cuerpo de agua
Bosque	343675,58	138906,56	11856,04	4879,03	125,48	1206,88
Tierra Agropecuaria	59275,96	1119268,24	42746,29	77486,17	1033,13	7310,79
Vegetación Arb y Herb	4487,00	20740,45	224194,54	7545,50	1949,95	329,53
Zona Antrópica	1050,33	4107,85	2711,36	56756,52	1532,19	1959,26
Otras Tierras	85,81	1031,12	3610,67	14,78	4819,90	10,75
Cuerpos de Agua	543,16	6831,51	523,54	599,96	0,00	3000,19
Total 2000	500649,56	1307120,59	259246,97	68117,51	9573,03	11498,36
Total 2022	409117,84	1290885,72	285642,44	147281,96	9460,65	13817,40
Perdida	156973,98	187852,35	35052,43	11360,99	4753,13	8498,17
Ganancia	65442,26	171617,48	61447,89	90525,45	4640,75	10817,21

Figura 11

Perdida o ganancia cobertura y uso de suelo 2022-2044



Discusión

El análisis multitemporal de la cobertura y uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas permitió conocer, que la cuenca del río Esmeraldas en el año 2000 tuvo una superficie de 681048.22 hectáreas de bosque, que para el 2022 fue de 503584.00 hectáreas, por lo tanto tuvo un cambio neto de 177464.22 hectáreas, estos resultados representan un caso preocupante por la pérdida de bosque teniendo en cuenta los que mencionó García (2016), los bosques tienen gran importancia en la seguridad alimentaria, por el motivo que son parte esencial para reservar alimentos para cubrir las necesidades alimentarias en el futuro, al afectar nuestros bosques en consecuencia tendremos que migrar a otras tierras fértiles y con disponibilidad de agua con el fin de cubrir nuestras necesidades esenciales pero debemos recordar que la búsqueda de otras tierras por causa de las deforestación y desertificación son situaciones cada vez más comunes a la que nos enfrentamos si no tomamos las debidas precauciones al manejar los bosques (Falcón, 2014).

La categoría de tierra agropecuaria al contrario del bosque ha aumentado la superficie de 1163157.20 hectáreas en el año 2000 a 1310623.06 hectáreas para el año 2022. Cuando nos referimos al uso de la tierra se conoce que cada vez se necesita más superficie para la producción agropecuaria, pero debemos tener en cuenta que el sector agropecuario en Ecuador es esencial para la economía del país por el motivo de que representa el 29,4% la población económicamente activa (Pino et al. 2018).

La categoría zona antrópica en 22 años pasaron a tener 31480.92 hectáreas a 68395.52 hectáreas, por tanto dentro de las categorías de coberturas y usos de suelo considero que estas tres son las que tienen mayor influencia en los cambio de coberturas y uso de suelo que se dan en la cuenca del Río Esmeraldas, por el motivo que los porcentajes de deforestación de bosque que se han dado el Ecuador están ligados en un 99,4% a la

transformación de bosque en áreas agropecuaria, 0,37% a la creación de infraestructuras, zonas urbanas, zonas rurales y 0,37% a otros (Sierra, 2013). A medida que la sociedad aumenta los bosques pierdan superficie y las tierras agropecuarias y antrópicas aumenta su área, por otra parte considero que las categorías analizadas como son: vegetación arbustiva y herbácea, otras tierras y cuerpos de agua no tiene gran influencia en los cambios de categoría y uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas.

La pérdida de superficie de la cobertura y uso de suelo se realizó comparando las coberturas del periodo 2000-2022, según el análisis multitemporal tenemos que los bosques perdieron 221570.13 hectáreas, tierras agropecuarias 106354,82 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 48680.46, zona antrópica no perdió superficie, la categoría otras tierras perdió 5288.86 hectáreas y cuerpo de agua perdió 4020,19 hectáreas estos resultados se obtuvieron por medio de la matriz de transición dado que en un análisis de cobertura/ uso de suelo la matriz de transición identifica los cambios o la persistencia de cada una las coberturas considerando que es una metodología donde se comparan dos mapas o coberturas de diferentes periodos (García, 2016). Analizando las coberturas 2000 y 2022 donde se obtuvieron los resultados de pérdida de suelo, considerando que el análisis está en un intervalo de 22 años, la sociedad ha influido en las coberturas y el uso suelo se sabe que la población que se encuentra dentro de esta cuenca aprovecha los recursos que ofrece la cuenca, pero al mismo tiempo la población está produciendo afectaciones que pueden ser irreversibles para la cuenca hidrográfica como menciona Blacio (2015), la contaminación de las cuencas hidrográficas se produce por la gestión inadecuada de los desechos humanos, acumulación de aguas residuales, agroquímicos, el sector minero, falta de un sistema de potabilización del agua para el consumo humano y falta de programas de educación ambiental para mitigar la contaminación cuencas hidrográficas.

Las ganancias de superficie de la cobertura para el periodo 2000-2022 según el análisis multitemporal tenemos que los bosques ganaron 44113.19 hectáreas, tierras agropecuarias 253822.30 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea 47103.76, zona antrópica gano 36914.60, la categoría otras tierras gano 1332.96 hectáreas y cuerpo de agua 2627.64 hectáreas. En este caso se puede notar que la cobertura de bosque, vegetación arbustiva y herbácea, otras tierra y cuerpo de agua han perdido más área de la que ganaron, pero en el caso de tierra agropecuaria y zonas antrópica ganaron más área de lo que perdieron considerando que los asentamientos humanos han provocado afectaciones en el uso del suelo, los habitantes de las cuencas hidrográficas al construir sus viviendas cerca de los pozos de agua y los productores agrícolas que construyen en estas zonas sistemas de riego para los sembríos por sus actividades pueden provocar degradación del suelo, a su vez afectaciones a la flora y fauna (Pérez & Oviedo, 2019). Por lo tanto, tierra agropecuaria y zona antrópica son las coberturas que más beneficiadas los cambio que se producen en la cuenca.

La proyección del 2044 se realizó con las coberturas del 2000 y 2022 proyectándolo para el 2044 las categorías y uso de suelo tendrán las siguientes superficies: tierra agropecuaria tendrá 1294589.49 hectáreas, los bosque tendrán 411372.71 hectáreas, vegetación arbustiva y herbácea contara para el año 2044 con 288465.83 hectáreas también tendremos la zona antrópica con 147758.465 hectáreas, “otras tierras” tendrá 9672,858 hectáreas y cuerpo de agua tendrá 13962.299, esta proyección para el 2044 es preocupante porque en 22 años según la proyección se perderán 156973.98 hectáreas de bosque por lo tanto tendremos problemas graves con las áreas naturales, por este motivo en la actualidad el territorio es uno de elementos más importantes por esta razón los recursos naturales que hay dentro de este territorio se pueden aprovechar con la condición de que no se afecte la sostenibilidad de lo contrario se podría producir incremento descontrolado en el cambio y uso de suelo, crisis alimentarias, contaminación y deforestación (Vidal, 2023).

Conclusión

- En el estudio multitemporal se demostró y se proyectó el cambio que tendrán la cobertura / uso de suelo de la cuenca del río Esmeraldas en periodos de 22 años, 2000-2022, 2022-2044 para comprobar como las actividades influyen en los cambios de cobertura, esto se respaldaron con los mapas realizados en Arcgis y con la proyección con software Idrisi v17, lo cual permitió modelar para el 2044 la cantidad de hectáreas que tendrá cada categoría de cobertura/uso de suelo.
- El estudio se realizó con la ayuda de los (SIG) sistemas de información geográficos que son herramientas que cada día van teniendo mayor importancia para la ingeniería y otra área las cuales se encargan del estudio de la tierra.
- Este estudio también tiene como objetivo para demostrarle a la sociedad como las cuencas hidrográficas puede cambiar a medida que pasa el tiempo y por las actividades que realizan los habitantes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

Referencias Bibliográficas

Blacio Vásquez, J. J. (2015). *Factores que inciden en la contaminación de las cuencas de agua para consumo en las parroquias de huertas, Muluncay y Arcapamba, pertenecientes al cantón Zaruma, durante los meses de diciembre 2013 y enero 2014* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica de Machala, Machala].
https://rraae.cedia.edu.ec/Record/UTMACH_cb5e62e0d7a19aba6a0141be10cef871

- Dorigo Bravo, L. (2012). *Técnicas regionales hidrológicas para la estimación de caudales máximos aplicadas a la cuenca del río Esmeraldas* [Tesis de pregrado, Universidad Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador].
- Falcón García, O. (2014). *Dinámica de cambio en la cobertura uso del suelo, en una región del estado de Quintana Roo, México: el impacto de las políticas gubernamentales sobre el manejo forestal comunitario* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México, México].
<http://132.248.9.195/ptd2014/enero/0707773/0707773.pdf>
- García Culqui, C. L. (2022). *Análisis multitemporal de la dinámica de uso de suelo y cobertura vegetal en la microcuenca del río Illangama* [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador].
- García Marín, M. E. (2016). La deforestación: una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Revista Producción + Limpia*, 11(2), 161-168.
<http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/pl/article/view/1247/1038>
<http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/1194>
<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/111198>
<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/35448>
https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2013/03/rsierra_deforestacionecuador1950-2020_180313-pdf.pdf
- Mieles Giler, J. W. & Jaramillo Véliz, J. J. (2020). Crecimiento demográfico e impacto ambiental de la parroquia Andrés de vera del cantón Portoviejo. *Revista ALLPA*, 3(6), 22-32
<https://publicacionescd.uleam.edu.ec/index.php/allpa/article/view/64/140>
- Niño Martínez, Y. M. (2020). *Análisis multitemporal mediante imágenes de sensores remotos para la determinación de los cambios de uso de suelo en el municipio de san francisco de sales, Cundinamarca (Colombia) entre los años 90's y 2018* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de La Plata, Buenos Aires, Argentina].
- Pérez Rodríguez, N. & Oviedo Álvarez, V. (2019). Medio ambiente, medio ambiente urbano y administración pública. *Revista Espacios Universidad de la Habana*, (287), 175-184. <https://revistas.uh.cu/revuh/article/view/2742>
- Pesantez Pacheco, P. G. (2015). *Clasificación y predicción de cambio de cobertura de suelo de la cuenca del río Paute utilizando herramientas geo informáticas* [Tesis

de Maestría, Universidad Estatal de Cuenca, Cuenca, Ecuador].

<https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21445/1/tesis.pdf>

Pino Peralta, S. L., Aguilar, H. R., Apolo Loaiza, G. E., & Sisalema Morejón, L. A. (2018). Aporte del sector agropecuario a la economía del Ecuador. Análisis crítico de su evolución en el período de dolarización. Años 2000 – 2016. *Revista Espacios*, 39(32), 1-11.

<https://www.readbag.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p07.pdf>

Pinos Arévalo, N. J. (2016). *Prospectiva del uso de suelo y cobertura vegetal en el ordenamiento territorial - Caso cantón Cuenca*. *Revista Estoa*, 9(5), 7-19.

<https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/estoa/article/view/1019/887>

Reyes Vera, C. H., González Quiñonez, L. A., Cevallos Mina, M. G., Realpe Bolaños, K. R., Estrada Vásquez, E. L., & Delgado Rezavala, F. J. (2022). Fragmentación del paisaje en la cuenca del Río Esmeraldas – Ecuador. *Revista Sapienza*, 3(1), 1227-1238.

<file:///C:/Users/tcarr/Downloads/20.+FRAGMENTACI%C3%93N+DE+PAISA+JE.pdf>

Sierra, Rodrigo. (2013). *Patrones y factores de deforestación en el Ecuador continental, 1990-2010. Y un acercamiento a los próximos 10 años*. Editorial Conservación internacional Ecuador y Forest Trends. Quito, Ecuador.

Vásconez, M., Mancheno, A., Álvarez, C., Prehn, C., Cevallos, C., & Ortiz, L. (2019). *Cuencas Hidrográficas*. Editorial de la Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/19038>

Vidal Urrunaga, B. L. (2023). *Análisis de los asentamientos humanos informales en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena* [Tesis de Maestría, Universidad San Gregorio de Portoviejo, Portoviejo].

<http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/3033>

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



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



Indexaciones

