



Green World Journal

ISSN: 2737-6109

Green structures



CaMeRa

ISSN: 2737-6109

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

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

Volume 6 / Issue 1 / January – April 2023

Green World Journal

Volume 6 / Issue 1 / January – April 2023

Prof. Carlos Mestanza Ramón, Ph.D.

Editor-in-Chief

editor@greenworldjournal.com

Chimborazo Polytechnic School

Riobamba, Ecuador

carlos.mestanza@esPOCH.edu.ec

University of Calabria

ReDE, Italy

mstcls88h06z605e@studenti.unical.it

University of Seville

Seville, Spain

cmestanza@us.es

Cover Design : CaMeRa Editorial

Cover Image : CaMeRa Editorial

Editorial Office

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



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

CaMeRa
ISSN: 2737-6109

Los alimentos y sus riesgos de cáncer oral

Itaty Sánchez-Capa ¹  Maritza Sánchez-Capa ^{*2} 

¹ Centro especializado IN NOVA DENTAL, El Coca 220201, Ecuador

² Research Group YASUNI-SDC, Faculty of Life Sciences, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca 220001, Ecuador

✉ Correspondencia: maritzac.sanchez@esepoch.edu.ec  +593 99 046 5379

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwjgwj61053>

Resumen: Si bien una dieta alta en energía y baja en fibra puede aumentar el riesgo de una persona de desarrollar cáncer, algunos alimentos individuales también se han señalado como potencialmente causantes de cáncer (cancerígenos). Los alimentos que comemos pueden afectar nuestro riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer. El presente estudio evaluó los alimentos y su relación con el desarrollo de cáncer oral. Las dietas ricas en energía y grasas pueden conducir a la obesidad y, en general, se cree que aumentan el riesgo de algunos tipos de cáncer. Existe una posible evidencia de que una dieta rica en frutas y verduras y pobre en carnes y productos de origen animal tiene un papel favorable contra el cáncer bucal. Esto está en consonancia con la información de algunos estudios que analizaron el impacto general de la dieta en relación con esta enfermedad.

Palabras claves: Enfermedades, componentes de alimentos, dietas saludables.

Foods and their risk of oral cancer

Abstract: While a diet high in energy and low in fiber can increase a person's risk of developing cancer, some individual foods have also been identified as potentially cancer-causing (carcinogenic). The foods we eat can affect our risk of developing certain types of cancer. The present study evaluated foods and their relationship to the development of oral cancer. Diets high in energy and fat can lead to obesity and are generally believed to increase the risk of some types of cancer. There is possible evidence that a diet rich in fruits and vegetables and low in meats and animal products has a favorable role against oral cancer. This is in line with information from some studies that analyzed the overall impact of diet in relation to this disease.

Keywords: Diseases, food components, healthy diets.



Cite: Sánchez-Capa, I., & Sánchez-Capa, M. (2023). Los alimentos y sus riesgos de cáncer oral. *Green World Journal*, 6(1), 053.

<https://doi.org/10.53313/gwjgwj61053>

Received: 20/December/2022

Accepted: 30/January/2023

Published: 02/February/2023

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

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



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

Creative Commons Attribution (CC BY).

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

1. Introducción

El cáncer de cavidad oral y faringe es la octava neoplasia más común y la undécima causa principal de cáncer en Europa, con una incidencia cinco veces mayor en hombres que en mujeres [1]. El tabaco y el alcohol son los principales factores de riesgo reconocidos para este tipo de cáncer, con riesgos relativos del orden de 5 a 10 para fumadores en comparación con no fumadores y para bebedores empedernidos en comparación con abstemios o bebedores moderados. También se ha descrito que los hábitos dietéticos y nutricionales tienen un papel relevante en el desarrollo de esta neoplasia [2,3]. En particular, una dieta rica en verduras, frutas, carotenoides y otras vitaminas se ha asociado con un riesgo reducido de cáncer OCP, mientras que la evidencia de otros alimentos o nutrientes es menos convincente [1,4].

El cáncer oral es uno de los cánceres más fáciles de detectar. Los síntomas visibles dentro de la cavidad bucal, como manchas blancas y llagas que no cicatrizan, a menudo indican la presencia de la enfermedad. Sin embargo, el cáncer oral se está convirtiendo rápidamente en uno de los cánceres más mortales. La razón de esto es simple: la falta de detección temprana [5,6]. Dado que muchas personas tienden a ignorar los signos, la enfermedad progresa rápidamente. En ese momento, el tratamiento no es de mucha ayuda y los pacientes sucumben a la enfermedad. Si nota alguna anomalía en su boca, visite al dentista de inmediato. Con esto en mente, el desarrollo de células cancerosas a menudo se ve afectado por cierto estilo de vida. Las personas que comen más alimentos que combaten el cáncer tienden a reducir su riesgo. Como una forma de ayudar a sus pacientes a mantenerse saludables [2,7,8].

Los alimentos se agrupan porque proporcionan cantidades similares de nutrientes clave. Por ejemplo, los nutrientes clave del grupo de leche, yogur, queso y alternativas incluyen calcio y proteínas [2,4,9,10]. Estos grupos de alimentos conforman la Guía australiana para una alimentación saludable. La dieta es solo uno de los factores del estilo de vida que influyen en el riesgo de desarrollar cáncer [1,6]. El tabaquismo, la obesidad, el alcohol, la exposición al sol y los niveles de actividad física también son importantes. Algunos cánceres comunes pueden verse afectados por lo que comemos, como el cáncer de pulmón, el cáncer de mama, el cáncer de próstata y el cáncer de intestino [1,3,6]. Aunque algunos alimentos pueden afectar el riesgo de cáncer, no hay evidencia de que alimentos específicos puedan causar o curar el cáncer [2,3,11,12]. Con estas consideraciones, el presente estudio se centró en una revisión bibliográfica que presenta los riesgos en la alimentación asociada al cáncer oral, se presentan dietas apropiadas y los desafíos en este campo.

2. Riesgo de cáncer asociado a los alimentos

Los alimentos que comemos pueden afectar nuestro riesgo de desarrollar ciertos tipos de cáncer. Las dietas ricas en energía y grasas pueden conducir a la obesidad y, en general, se cree que aumentan el riesgo de algunos tipos de cáncer. Disfrutar de una amplia variedad de alimentos nutritivos como se describe en las Pautas dietéticas australianas puede ayudar a prevenir el cáncer [10,13]. Comer una amplia variedad de alimentos de cada uno de los cinco grupos de alimentos, en las cantidades recomendadas, ayuda a mantener una dieta saludable e interesante y proporciona una gama de diferentes nutrientes al cuerpo. Comer una variedad de alimentos promueve la buena salud y puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades [1,14].

Ahora existe evidencia científica convincente de que comer carne procesada aumenta el riesgo de cáncer de intestino. El Fondo Mundial para la Investigación del Cáncer (WCRF) ha recomendado recientemente que las personas eviten comer carne procesada. Las carnes procesadas incluyen cualquier carne que haya sido conservada mediante curado, salado o ahumado, o mediante la adición de conservantes químicos. Estos incluyen perros calientes, jamón, tocino y algunas salchichas y hamburguesas [5,11].

Se recomienda que a los niños no se les den carnes procesadas. Esto se debe a que muchos de los hábitos que desarrollamos de niños duran hasta la edad adulta. Los sustitutos de las carnes procesadas que se recomiendan para los niños incluyen pescado o aves magras, carnes magras o quesos bajos en grasa [9,15].

Existe evidencia convincente de que la carne roja también aumenta el riesgo de cáncer de intestino de una persona. Se recomienda que las personas, especialmente los hombres, reduzcan su consumo de carne roja. La WCRF recomienda limitar la cantidad de carne roja fresca que comemos a menos de 500 g de carne roja cocida (o 700 g sin cocer) a la semana [16,17]. Algunas investigaciones sugieren que comer carne quemada o carbonizada puede aumentar el riesgo de cáncer, pero la evidencia no es clara. La Guía australiana para una alimentación saludable recomienda consumir una variedad de alimentos del grupo de alimentos carnes magras y aves, pescado, huevos, tofu, nueces y semillas y legumbres y frijoles [1,6,12].

Ha habido mucho interés en un posible vínculo entre la grasa y el cáncer. La evidencia actual no indica un vínculo directo entre el consumo de grasas y tipos particulares de cáncer (con la posible excepción del cáncer de próstata). Sin embargo, una dieta rica en grasas puede conducir a la obesidad, que es un factor de riesgo para varios tipos de cáncer, incluidos los cánceres de colon, mama, riñón, esófago, vesícula biliar y endometrio [6,11,18].

Se sabe desde hace mucho tiempo que comer frutas y verduras proporciona muchos beneficios para la salud [2,5]. Las frutas y verduras contienen muchas vitaminas, minerales y antioxidantes, que pueden ayudar a disminuir el riesgo de cáncer en áreas específicas del sistema digestivo, como la boca y el estómago. La evidencia se ha debilitado en los últimos años sobre el papel de las frutas y verduras en la prevención del cáncer. Sin embargo, las frutas y verduras siguen siendo una parte importante de su dieta y pueden tener un efecto indirecto en la prevención del cáncer porque son relativamente bajas en kilojulios (energía) y su consumo se asocia con un peso más saludable [9,19,20].

3. Dietas para contrarrestar el cáncer oral

Los efectos secundarios del cáncer oral y su tratamiento pueden dificultar la ingesta de nutrientes esenciales que pueden mantener la fuerza y apoyar la recuperación. Una de las primeras estrategias es establecer entre seis a ocho comidas pequeñas o refrigerios a lo largo del día que tengan un alto valor calórico, como hummus o salsas de frijoles, aguacate, pudín hecho con leche enriquecida o huevos cocidos en aceite de oliva o de canola. Las comidas abundantes pueden parecer intimidantes o poco atractivas si tiene poco apetito; mirar porciones más pequeñas de comida puede hacer que comer sea una experiencia menos abrumadora [10,12,13]. En lugar de usar una mesa típica, intente arreglar una bandeja de servir con una variedad de platos coloridos, servilletas o vasos. Es importante considerar que todos tendemos a comer con los ojos, porque, cuanto mejor se vea, más atractivo será [7,18].

Para apoyar su sistema inmunológico, elija frutas y verduras coloridas que no sean demasiado ácidas como el melón y la sandía, o las espinacas y las zanahorias. Si tiene llagas en la boca o sensibilidad para masticar, evite los alimentos ásperos o ásperos y concéntrese en las opciones en puré, como sopas mezcladas, puré de papas, aguacates, puré de manzana y plátanos [15,21]. Elige alimentos que te apetezcan y que te resulten familiares, y luego aumenta su valor nutricional. Kennedy sugiere mezclar mantequillas cremosas de nueces en cereales calientes o batidos fríos, o rociar aceite de oliva en sopas o puré de papas y pasta. Además, hay muchas maneras de modificar fácilmente una receta de batido. Por ejemplo, si desea un batido con una consistencia menos espesa, intente usar leche descremada, leche de almendras sin azúcar o jugo de frutas no ácido en lugar de yogur estilo griego como base [22,23].

Una despensa llena de alimentos saludables es una parte importante del tratamiento de un paciente con cáncer; con los alimentos adecuados, los pacientes pueden fortalecer su sistema inmunológico, reducir los efectos secundarios del tratamiento y reducir potencialmente el riesgo de recurrencia. La buena nutrición es una parte muy importante

del tratamiento del cáncer y la supervivencia, y dado que la tolerancia a los alimentos durante el tratamiento del cáncer oral puede variar mucho, reunirse con nuestro equipo de nutrición puede ayudarlo a crear un plan de comidas individualizado que incorpore los mejores alimentos para una persona [17,20].

Incorpore más de estos alimentos a su dieta: Aguacates: En particular, la variedad Hass puede impedir el crecimiento de células cancerosas en la boca, la lengua y la garganta. De hecho, casi cualquier fruta de color oscuro puede ayudar a prevenir el cáncer. Zanahorias: Como un excelente alimento para combatir el cáncer, las zanahorias crudas están en la lista. Las zanahorias contienen betacaroteno, que es un antioxidante que se cree que estimula el sistema inmunológico del cuerpo [22,24]. El betacaroteno se convierte en vitamina A una vez consumido y destruye las células cancerosas. Té verde: Beber más té verde junto con los tés negro, blanco podría ayudarlo a combatir el cáncer. Estos tés contienen fuertes antioxidantes llamados catequinas. Además de sus propiedades para prevenir el cáncer, el té también podría impedir la aparición de la enfermedad de Hodgkin. Frambuesas: Estas bayas han sido conocidas por ser altamente nutritivas. También contienen grandes cantidades de antioxidantes, al igual que las fresas y los arándanos. Además, las frambuesas tienen ciertos compuestos que pueden combatir los tumores. Tomates: Tanto la sandía como los tomates contienen licopeno, que elimina los radicales libres e inhibe el desarrollo de células cancerosas orales. Su dentista de Mansfield, TX recomienda comer más de estas frutas para disminuir su riesgo de cáncer [1,2].

4. Desafíos

Los nutricionistas dietistas registrados capacitados en mitigar el impacto de los tratamientos contra el cáncer pueden ayudar a los sobrevivientes a encontrar nuevas formas no solo de nutrirse sino también de disfrutar la comida nuevamente. Elegir las herramientas para ayudar a las personas a controlar sus síntomas puede ser un poco complicado. Depende de factores tales como su estado de salud general antes del tratamiento, el tipo de cáncer y tratamiento que tenían, y el sistema de apoyo social que tienen. Los sobrevivientes que han tenido cánceres en el tracto gastrointestinal (GI) o tratamiento para cualquier cáncer en áreas cercanas al tracto GI, como próstata, ovario o útero cáncer: puede experimentar efectos continuos sobre cómo se digieren y eliminan los alimentos. Algunos sobrevivientes pueden experimentar un aumento de peso, como los sobrevivientes de cáncer de mama que reciben terapias hormonales a largo plazo o aquellos que han entrado en la menopausia. Otras personas pueden experimentar diarrea continua o síndrome de dumping, cuando los alimentos se mueven demasiado rápido del estómago al intestino delgado, después de recibir tratamiento para los cánceres gastrointestinales.

Los cambios en la dieta, tanto en qué como en cómo comen los pacientes, pueden ayudar a manejar los desafíos alimentarios después de que termina el tratamiento del cáncer. Si tiene la boca seca, intente: Centrarse en la hidratación. Además de beber agua, Goldberg recomienda mantener la boca limpia y evitar las pastas dentales y los enjuagues bucales demasiado fuertes. Impulsar la producción de saliva. Los alimentos ácidos pueden estimular las glándulas salivales, señala Goldberg. Agregar jugo de limón ácido al agua o masticar un chicle de menta fuerte sin azúcar puede ayudar. Agregue alimentos blandos y húmedos a su dieta. Wong recomienda agregar salsas adicionales o caldo o incluso crema a los platos tipo guiso o cuando se comen alimentos más secos como carne, papas y arroz. Beber líquidos junto con las comidas sin duda puede ayudar a mejorar el contenido de humedad en la boca y facilitar la deglución”, dice Wong. “El simple hecho de tomar un vaso de agua, jugo o cualquier tipo de líquido entre cada bocado puede ayudar mucho a que la comida se trague.

Los pacientes deben considerar que, si ha tenido cambios en el gusto y el olfato que afectan la forma en que experimenta la comida, deberán intentar experimentar con los condimentos. Agregar especias como albahaca, pimienta o eneldo puede hacer que la comida sea más dulce, sabrosa o salada y mejorar su sabor. Wong también recomienda agregar diferentes tipos de salsas, como rancho, barbacoa o agridulce para ayudar a resaltar el sabor de los alimentos y agregar algo de humedad. Si experimenta síntomas gastrointestinales continuos, como diarrea, Goldberg recomienda hablar con su médico o nutricionista acerca de los suplementos que podrían ayudar, como las hojuelas de plátano. “Es un producto que está hecho a base de plátanos deshidratados, que contienen varias fibras solubles, incluida la pectina. La fibra soluble absorbe líquido para ayudar a reafirmar las heces.

5. Conclusión

Comer siete o más porciones diarias de una variedad de granos, productos de granos, legumbres, raíces y tubérculos también brindará beneficios protectores contra el cáncer. Cuanto menos procesados sean los granos, mejor, así que trate de optar por alimentos integrales. La avena, el arroz integral, el maíz, el centeno, los frijoles y las lentejas son buenos alimentos para consumir. Las dietas ricas en almidón refinado y azúcar refinada pueden aumentar el riesgo de cáncer de estómago y cáncer de intestino.

Aunque comer y beber puede ser difícil durante el tratamiento activo y las semanas inmediatamente posteriores, los ejercicios de fortalecimiento y los cambios en la dieta pueden ayudar a la mayoría de las personas a superar estos desafíos con el tiempo. Abordar los problemas desde el principio puede ayudar al proceso de curación. Obtener

orientación de un dietista puede afectar la forma en que los pacientes se recuperan después de su tratamiento. Es importante que los médicos hablen con los pacientes sobre los desafíos que podrían experimentar.

Contribución de autores: Los autores participaron en todas las etapas del manuscrito.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Silva, M.-R.G.; Silva, H.-H.; Paiva, T. Unhealthy Food Habits Are Related To Oral Health In Portuguese Children. *Clin. Nutr. ESPEN* **2023**, *54*, 528–529, doi:https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2022.09.208.
2. Testa, A.; Ganson, K.T.; Jackson, D.B.; Bojorquez-Ramirez, P.; Weiser, S.D.; Nagata, J.M. Food insecurity and oral health care experiences during pregnancy: Findings from the Pregnancy Risk Assessment Monitoring System. *J. Am. Dent. Assoc.* **2022**, *153*, 503–510, doi:https://doi.org/10.1016/j.adaj.2021.12.010.
3. Lephart, E.D. Determination of S- and/or R-equol in plant-based food products and efficacy of topical or oral 4',7-isoflavandiol (R/S equol) to improve skin health in adult men, a Placebo-controlled pilot study. *J. Funct. Foods* **2021**, *83*, 104563, doi:https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104563.
4. Dang, A.T.; Chundi, P.K.; Mousa, N.A.; Beyer, A.I.; Chansakulporn, S.; Venter, C.; Mersha, T.B.; Assa'ad, A.H. The effect of age, sex, race/ethnicity, health insurance, and food specific serum immunoglobulin E on outcomes of oral food challenges. *World Allergy Organ. J.* **2020**, *13*, 100100, doi:https://doi.org/10.1016/j.waojou.2020.100100.
5. Martini, D.; Galli, C.; Guareschi, C.; Angelino, D.; Bedogni, G.; Biasini, B.; Zavaroni, I.; Pruneti, C.; Ventura, M.; Galli, D.; et al. Claimed effects, outcome variables and methods of measurement for health claims on foods proposed under Regulation (EC) 1924/2006 in the area of oral health. *NFS J.* **2018**, *10*, 10–25, doi:https://doi.org/10.1016/j.nfs.2017.12.001.
6. Amagai, N.; Komagamine, Y.; Kanazawa, M.; Iwaki, M.; Jo, A.; Suzuki, H.; Minakuchi, S. The effect of prosthetic rehabilitation and simple dietary counseling on food intake and oral health related quality of life among the edentulous individuals: A randomized controlled trial. *J. Dent.* **2017**, *65*, 89–94, doi:https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.07.011.
7. Wu, C.D.; Wei, G. 19 – Tea as a functional food for oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.-F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 396–417 ISBN 978-1-84569-418-0.
8. Whelton, H. 24 – Functional foods and oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.-F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 488–528 ISBN 978-1-84569-418-0.
9. Choi, S.-H.; Kim, J.-S.; Cha, J.-Y.; Hwang, C.-J. Effect of malocclusion severity on oral health-related quality of life and food intake ability in a Korean population. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2016**, *149*, 384–390, doi:https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.08.019.
10. Wu, C.D.; Wei, G.-X. Tea as a functional food for oral health. *Nutrition* **2002**, *18*, 443–444, doi:https://doi.org/10.1016/S0899-9007(02)00763-3.
11. Sarino, Lord V; Dang, K.H.; Dianat, N.; Djihanian, H.; Natanian, N.; Hudmon, K.S.; Ambrose, P.J. Drug interaction between oral contraceptives and St. John's wort: Appropriateness of advice received from community pharmacists and health food store clerks. *J. Am. Pharm. Assoc.* **2007**, *47*, 42–47, doi:https://doi.org/10.1331/1544-3191.47.1.42.Sarino.
12. Lee, Y.J.; Lee, H.-K.H. The association between oral health and food avoidance among older

- adults in the United States. *Public Heal. Pract.* **2020**, *1*, 100011, doi:https://doi.org/10.1016/j.puhip.2020.100011.
13. Samuelson, G.; Grahnán, H.; Arvidsson, E. An epidemiological study of child health and nutrition in a northern Swedish county. VI. Relationship between general and oral health, food habits, and socioeconomic conditions. *Am. J. Clin. Nutr.* **1971**, *24*, 1361–1373, doi:https://doi.org/10.1093/ajcn/24.11.1361.
 14. Edgar, M. 8 – Diet, functional foods and oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Remacle, C., Reusens Ageing and Degenerative Disease, B.B.T.-F.F., Eds.; Woodhead Publishing, 2004; pp. 184–199 ISBN 978-1-85573-725-9.
 15. Greenman, J.; Mostefa Saad, S.B. 6 – Relating breath malodour to food constituents and oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.-F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 100–133 ISBN 978-1-84569-418-0.
 16. Esteban-Fernández, A.; Zorraquín-Peña, I.; González de Llano, D.; Bartolomé, B.; Moreno-Arribas, M.V. The role of wine and food polyphenols in oral health. *Trends Food Sci. Technol.* **2017**, *69*, 118–130, doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.09.008.
 17. Chi, D.L.; Dinh, M.A.; da Fonseca, M.A.; Scott, J.M.; Carle, A.C. Dietary Research to Reduce Children's Oral Health Disparities: An Exploratory Cross-Sectional Analysis of Socioeconomic Status, Food Insecurity, and Fast-Food Consumption. *J. Acad. Nutr. Diet.* **2015**, *115*, 1599–1604, doi:https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.02.011.
 18. Signoretto, C.; Canepari, P.; Pruzzo, C.; Gazzani, G. 12 – Anticaries and antiadhesive properties of food constituents and plant extracts and implications for oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.-F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 240–262 ISBN 978-1-84569-418-0.
 19. Inan-Eroglu, E.; Madali, B.; Ozsin-Ozler, C.; Karahan, S.; Uzamis-Tekcicek, M.; Buyuktuncer, Z. SUN-PO215: Development and Validation of a Food Frequency Questionnaire for Assessing the Consumption of Food Items Related to Oral Health. *Clin. Nutr.* **2019**, *38*, S139, doi:https://doi.org/10.1016/S0261-5614(19)32847-X.
 20. Turner, P.J.; Dawson, T.C.; Skypala, I.J.; Fox, A.T. Management of pollen food and oral allergy syndrome by health care professionals in the United Kingdom. *Ann. Allergy, Asthma Immunol.* **2015**, *114*, 427–428.e1, doi:https://doi.org/10.1016/j.anai.2015.02.011.
 21. Bird, A.; Daly, D.; Burks, W.; Hourihane, J.O.B.; DunnGalvin, A. Impact of Oral Food-Specific Immunotherapy (OIT) on Health Related Quality of Life (HRQL) of Children and Parents During Build Up of Tolerance. *J. Allergy Clin. Immunol.* **2010**, *125*, AB22, doi:https://doi.org/10.1016/j.jaci.2009.12.117.
 22. Bica, I.; Cunha, M.; Reis, M.; Costa, J.; Costa, P.; Bica, A. Food consumption, body mass index and risk for oral health in adolescents. *Atención Primaria* **2014**, *46*, 154–159, doi:https://doi.org/10.1016/S0212-6567(14)70084-8.
 23. Lin, C.-C.; Kumar, K.J.S.; Liao, J.-W.; Kuo, Y.-H.; Wang, S.-Y. Genotoxic, teratotoxic and oral toxic assessments of Antrodia cinnamomea health food product (Leader Deluxe Antrodia cinnamomea®). *Toxicol. Reports* **2015**, *2*, 1409–1417, doi:https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2015.10.007.
 24. Assad-Bustillos, M.; Tournier, C.; Septier, C.; Della Valle, G.; Feron, G. Relationships of oral comfort perception and bolus properties in the elderly with salivary flow rate and oral health status for two soft cereal foods. *Food Res. Int.* **2019**, *118*, 13–21, doi:https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.057.



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

Análisis comparativo del confort térmico y optimización multicriterio del sistema de Bahareque en viviendas de la ciudad de Cuenca

Diana Carolina Sempértégui Vélez ¹   Beatriz Rivela Carballal ¹ 

¹ Universidad Católica de Cuenca. Unidad de Postgrados. Maestría en Construcciones con mención en Administración de la Construcción Sustentable. Cuenca, Ecuador.

 Correspondencia: diana.sempertegui.52@est.ucacue.edu.ec  + 593 982951865

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61054>

Resumen: En el diseño arquitectónico del futuro será de especial atención el consumo de energía, el confort térmico y la satisfacción de los miembros de ese espacio en un contexto fuertemente condicionado por los retos de sostenibilidad. Esta investigación aborda un análisis comparativo entre el sistema constructivo de bahareque y las paredes hechas de ladrillo y bloque. En la ciudad de Cuenca, los resultados del análisis se efectuaron mediante el método de Fanger que cocontempla un rango moderadamente confortable para el sistema bahareque; en tanto, las soluciones analizadas se caracterizan por un ambiente térmico poco confortable. Posteriormente, se aplica una metodología multicriterio con el objetivo de optimizar el comportamiento del sistema de bahareque, contemplando las variables ambiental, económica y social de diferentes configuraciones. Los resultados señalan, desde un punto de vista global, la pertinencia de incorporar lana de oveja como material aislante en el interior de las paredes de bahareque, seguido de la celulosa y espuma flex..

Palabras claves: bahareque, confort térmico, construcción sostenible.

Comparative analysis of thermal comfort and multicriteria optimization of the Bahareque system in dwellings in the city of Cuenca

Abstract: The architectural design of the future requires paying special attention to energy consumption, thermal comfort and occupant satisfaction, in a context strongly conditioned by sustainability challenges. In the first place, the present investigation deals with a comparative analysis of the bahareque construction system with different masonry walls (brick and block) in the city of Cuenca, showing the results of the analysis by means of the Fanger method a range of moderately comfortable and comfortable for the bahareque system, while the other solutions analyzed are characterized by an



Cite: Sempértégui Vélez, D. C., & Rivela Carballal, B. (2023). Análisis comparativo del confort térmico y optimización multicriterio del sistema de Bahareque en viviendas de la ciudad de Cuenca. Green World Journal, 6(1), 054.

<https://doi.org/10.53313/gwj61054>

Received: 10/January/2023

Accepted: 28/February/2023

Published: 25/March/2023

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

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



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

Creative Commons Attribution (CC BY).

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

uncomfortable thermal environment. Subsequently, a multicriteria methodology is applied with the objective of optimizing the behavior of the bahareque system, contemplating the environmental, economic and social variables of different configurations. The results indicate, from a global point of view, the relevance of incorporating sheep wool as an insulating material inside bahareque walls, followed by cellulose and flex foam.

Keywords: bahareque, thermal comfort, sustainable construction

1. Introducción

Dentro de la planificación y construcción de una edificación, es necesario contemplar el cumplimiento de estándares y las funciones que garanticen el bienestar de los usuarios. Para ello se realizan estudios referentes al confort térmico, que hace referencia a la situación dentro del ambiente interior de una construcción en que no exista distracciones o molestias que incomoden a las personas, es decir, que se genere un entorno de bienestar, salud y comodidad. El análisis del confort térmico en los edificios, el consumo de energía y la satisfacción de los ocupantes son cruciales en las metodologías de diseño arquitectónico del futuro [1].

Hoy en día, en el cantón de Cuenca las paredes de las viviendas se construyen generalmente con mampostería de bloque o ladrillo; sin embargo, este material presenta un gran consumo de energía, genera un volumen elevado de residuos y en su producción se emiten gases peligrosos para el medio ambiente. Los problemas del sector de la construcción relacionados con el consumo de energía y la sostenibilidad, plantean la necesidad de definir estrategias novedosas en el diseño de edificios, aprendiendo de las técnicas y sistemas constructivos usados en épocas antiguas y generando e incorporando materiales adicionales para integrar sistemas innovadores y factibles en futuras construcciones [1,2].

Debido al notorio cambio climático que empieza afectar el planeta y siendo el sector de la construcción el principal responsable de las emisiones de dióxido de carbono (39% del total) relacionadas con la energía y los procesos de obra, transporte y fabricación de materiales, utilizar materiales y soluciones sostenibles constituye una acción prioritaria, considerando que con la innovación hay un sinnúmero de oportunidades para mejorar y encarecer la construcción sostenible dejando consigo aspectos positivos como: conservación de recursos, utilización y reutilización de recursos reciclables y renovables, reducción en la utilización de energía, protección del medio ambiente, entre otros [1-3]. En este sentido, cabe señalar que la tierra es uno de los materiales sostenibles de conservación, utilizado tradicionalmente en el sector constructivo, que presenta resultados en las viviendas construidas en la ciudad de Cuenca y en la actualidad se analiza el poder retomarlo nuevamente en futuras construcciones.

La tierra apisonada es un material de construcción reciclable de baja tecnología con un buen rendimiento de almacenamiento de calor y absorción de humedad que puede mantener mejor la estabilidad del ambiente térmico interior y mejorar el confort interior [3,4]. Las técnicas de construcción con tierra en el Ecuador se remontan a la época preincaica. Éstas fueron adoptadas durante la época colonial y período republicano [5]. y constituyen un elemento constructivo de fácil acceso y empleo; su reducido costo de ejecución y adaptabilidad permite que la construcción en tierra cruda pueda desarrollarse en nuestra geografía [6].

Uno de los sistemas constructivos en tierra que ha sido identificado por su potencial contribución en la mejora integral del comportamiento de las viviendas es el bahareque, con la

finalidad de formar una lengua vernácula mejorada en viviendas de bajo costo [7]. La principal característica de esta técnica constructiva es la colocación de una estructura de postes de madera redonda o columnas plantadas directamente en el suelo, confinando las paredes de manera que las separaciones entre estos soportes verticales se cubren con superficies entretejidas de madera, paja, cañas, etc., y con un revestimiento final de barro [6–8]. La construcción con este sistema no requiere mano de obra especializada, no contamina, es antisísmica, de bajo costo y genera empleo [9].

La presente investigación se centra en el sistema de bahareque en el contexto de las viviendas del cantón Cuenca, con el objetivo de determinar su contribución al confort térmico. De manera adicional, se realiza el análisis de la incorporación de posibles materiales adicionales, proponiendo diferentes configuraciones de paredes con este sistema constructivo que mejoren las características en el interior de las edificaciones.

El cantón Cuenca se encuentra ubicado en Ecuador, en la provincia del Azuay. Según el último censo [2–4], su población es de aproximadamente 636.996 habitantes. Su latitud es de 2° 53' 12", su longitud es de 78° 59' W, la altura al nivel del mar es de 2530 msnm, la temperatura promedio varía entre 14 y 16°C, mientras que la humedad se encuentra entre un rango de 53 a 77%. Las precipitaciones anuales oscilan entre 700 y 1000mm, con vientos promedio de 9 a 11 km/h [10]. A la luz de estos datos, es notorio que el clima es particularmente frío, mostrando la necesidad de generar ambientes cálidos y confortables en el interior de las infraestructuras. En el cantón Cuenca el uso de bahareque se encuentra en culatas, paredes divisorias internas, paredes de servidumbre, espacios de entrecubiertas, bases de cubiertas y claraboyas [9]. La cultura constructiva puede ser valorizada desde muchos aspectos, vinculada a un mayor valor tecnológico y cultural, sin dejar de lado el ambiental, histórico, social, económico [11]. Gracias a los materiales locales, extraídos y cultivados en el sitio de emplazamiento, es aún posible en localidades rurales del cantón Cuenca construir con este sistema constructivo sin problema alguno [10–12].

La adición de materiales no convencionales dentro del bahareque para mejorar sus propiedades ha mostrado buenos resultados en algunas investigaciones realizadas, como el uso de cemento para yeso y refuerzo como factor contribuyente al impacto ambiental [11–13] o uso de mortero que influye positivamente a la impermeabilidad de las viviendas [14–16]. Sin embargo, no se ha realizado un análisis con materiales que contribuyan de una mejor manera al confort térmico, donde la adición de fibras parece ser particularmente ventajosa para usar en conexión con el bahareque [17–20]. Es por ello que el presente trabajo busca analizar diferentes materiales con propiedades aislantes térmicas comprobadas (lana de roca, fibra de vidrio, poliuretano, espuma flex, celulosa, lana de oveja, cartón de huevos), para añadir al sistema constructivo, realizar su caracterización de sostenibilidad (análisis económico– ambiental–social), identificar el más favorable y proponerlo como un sistema homogéneo e innovador.

Esta investigación busca retomar sistemas constructivos antiguos y característicos del país con un enfoque sostenible y adaptado a las nuevas tendencias de confort térmico que deben ser indispensables para generar comodidad en futuras construcciones de la ciudad. Los sistemas tradicionales han perdido su esencia y la innovación toma parte de las nuevas tendencias arquitectónicas. Además, Cuenca es una ciudad que tiende a crecer a las zonas rurales y alejadas

de la zona céntrica debido a la falta de área territorial constructiva, por lo que, el uso de materiales de la zona beneficiaria en ámbitos sociales, económicos y ambientales.

2. Materiales y métodos

La investigación es de tipo transversal bajo una metodología prospectiva. Se realizó la toma de temperaturas y humedades de cinco paredes de mampostería tradicional (ladrillo y bloque) y cinco de bahareque con un termohigrómetro, con el fin de poder distinguir la diferencia de sensación térmica interior en edificaciones en la ciudad. Estas viviendas fueron seleccionadas aleatoriamente dentro de Cuenca en condiciones ambientales muy similares, la mayoría de ellas en días lluviosos debido al invierno que se presentaba. Al existir valores cercanos y no muy variables entre ellos, se determinó que la muestra fue suficiente para poder continuar con la investigación.

Posteriormente, se aplicó el método de Fanger para identificar la estimación de la sensación térmica. La toma de datos en paredes tradicionales permite un análisis y comparación térmica de los diferentes sistemas.

Finalmente, se realiza un análisis ambiental- económico –social para caracterizar y comparar los distintos materiales.

2.1. Paredes de mampostería (Ladrillo y bloque)

La toma de muestra se realizó en cinco viviendas que se encuentran en diferentes sectores de la ciudad (Figura 1); se intercaló los días indistintamente por las condiciones climáticas que son variadas y esto repercute en cada habitante y el confort que sienta en cada lugar donde se encuentre.



Figura 1 Ubicación de las viviendas de muestra mampostería. Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth

En la Tabla 1 se describe la ubicación con las respectivas evidencias fotográficas que avalan a la vivienda y la pared en la que fueron tomados los datos para su análisis correspondiente.

Tabla 1. Selección y características de las viviendas de paredes de mampostería.

Muestra/ Ubicación	Vivienda	Pared analizada	Toma de datos
--------------------	----------	-----------------	---------------

01/ La Tribuna y el Rebenque			
02/ Brasilia y de la OEA			
03/ De la Menta y Av. del Tejar			
04/ Av. de los Migrantes y 25 de Marzo			
05/ Enrique Malo Abad y Alfonso Ordoñez Mata			

Fuente: elaboración propia.

2.2. Paredes de Bahareque

El análisis de las viviendas se realizó en dos zonas donde predomina el sistema constructivo, tres de ellas en el centro histórico de la ciudad y dos en Llaqueo (Figura 2).

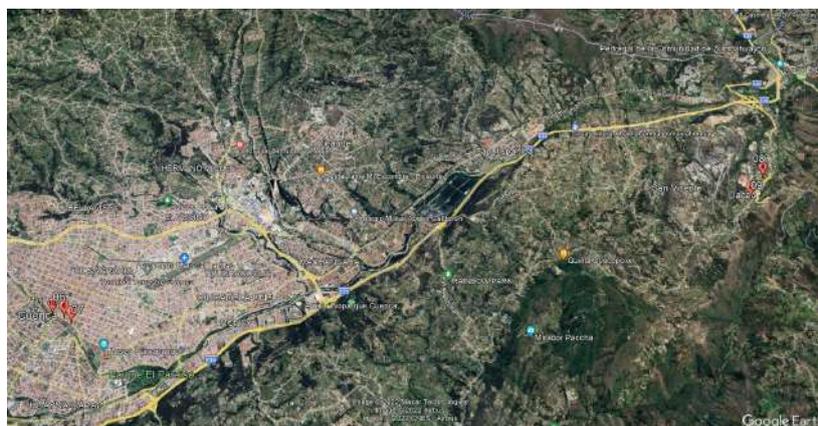


Figura 2. Ubicación de las viviendas de muestra bahareque. Fuente: elaboración propia a partir de Google Earth.

En la Tabla 2 se muestra los datos referentes a las viviendas de bahareque con sus respectivas paredes que sirvieron de modelo para la toma de datos.

Tabla 2. Selección y características de las viviendas de paredes de bahareque.

Muestra/ Ubicación	Vivienda	Pared analizada	Toma de datos
06/ Calle Larga y Escalinata Juana de Oro			
07/ Calle Larga 6-70 y Hermano Miguel			
08/ Vicente Pacheco y Francisco Pérez			
09/ Jadán (-2.886247, -78.879659)			
10/ Benigno Malo y Paseo 3 de Noviembre			

Fuente: elaboración propia.

2.3. Método de Fanger

Para que un ambiente se considere confortable térmicamente, debe cumplir condiciones de confort. Fanger demostró que las situaciones confortables dependen directamente de tres tipos de variables [6]:

1. Características de la vestimenta.
2. Características de la actividad o trabajo
3. Características del ambiente

Su estudio se basó en el cálculo del voto medio estimado (PMV) y el porcentaje de personas satisfechas (PPD); el primer valor hace relación al valor medio de la sensación basada en el equilibrio térmico del cuerpo humano.

En la presente investigación se ha empleado la ecuación de Fanger, considerando los siguientes datos:

- Aislamiento de la ropa I_{cl} (m^2K/W): este factor se ve influenciado de acuerdo a la vestimenta que presenta la persona dentro del lugar de análisis. En este caso, al encontrarse en la ciudad de Cuenca, que presenta por lo general climas fríos, se consideró el índice de ropa media = 1 clo, equivalente a 0,155 m^2K/W .

Tabla 3. Valores de aislamiento de ropa.

TIPO DE ROPA	AISLAMIENTO (clo.)
Desnudo	0 clo.
Ropa Ligera (ropa de verano)	0,5 clo.
Ropa Media (traje completo)	1 clo.
Ropa Pesada (uniforme militar de invierno)	1,5 clo.

Fuente: INSHT-NTP74.

- Tasa metabólica M (W/m^2): Hace referencia al gasto energético que se desarrolla al realizar una actividad. Para la investigación se considera una tasa de 100 W/m^2 , correspondiente a una tasa metabólica baja debido a que en las viviendas analizadas las actividades laborables son realizadas fuera del hogar.

Tabla 4. Tasas metabólicas.

CLASE	TASA (W/m^2)	EJEMPLOS DE ACTIVIDADES
Descanso	65	Descansando, sentado cómodamente.
Tasa metabólica baja	100	Escribir, teclear, dibujar, coser, anotar contabilidad, manejo de herramientas pequeñas, caminar sin prisa (velocidad hasta 2,5 Km/h)
Tasa metabólica moderada	165	Clavar clavos, limar, conducción de camiones, tractores o máquinas de obras, caminar a una velocidad de entre 2,5 Km/h a 5,5 Km/h.
Tasa metabólica alta	230	Trabajo intenso con brazos y tronco, transporte de materiales pesados, pedalear, empleo de sierra, caminar a una velocidad de 5,5 Km/h hasta 7 Km/h.
Tasa metabólica muy alta	260	Actividad muy intensa, trabajo con hacha, cavado o pelado intenso, subir escaleras, caminar a una velocidad superior a 7 Km/h.

Fuente: ISO 8996.

- Caracterización térmica del entorno T_{rm} ($^{\circ}C$): La temperatura radiante media se calcula a partir de la temperatura ambiente (T_s) y la temperatura de globo (T_g), en este caso la temperatura de la pared, es la temperatura promedio que se obtiene de las muestras extraídas en campo. Además, se considera una velocidad de aire (V_a) equivalente a 5 m/s, siendo el valor medio entre el rango establecido.

$$Trm = Tg + 1,9 * \sqrt{Va} * (Tg - Ts)$$

Ecuación 1 Temperatura radiante media

Fuente: Castejón, 2015

$$PMV = (0,303 * e^{-0,036M} + 0,028) * \{(M - V) - 3,05 * 10^{-3} - [5733 - 6,99 * (M - V) - p_a] - 0,42[(M - V) - 58,15] - 1,7 * 10^{-5} * M * (5867 - p_a) - 0,0014 * M * (34 - t_a) - 3,96 * 10^{-8} * f_{cl} * [(t_{cl} + 273)^4 - (\bar{t}_r + 273)^4] - f_{cl} * h_c * (t_{cl} - t_a)\}$$

Ecuación 2 Cálculo del voto medio estimado

Fuente: Castejón, 2015

- Porcentaje de personas insatisfechas (PPD): Este índice se calcula con la finalidad de estimar el porcentaje de personas que consideran la sensación térmica como desfavorable.

$$PPD = 100 - 95 * e^{-0,03353 * PMV^4 - 0,2179 * PMV^2}$$

Ecuación 3 Porcentaje de personas insatisfechas

Fuente: Castejón, 2015

Al ser un proceso iterativo de varias variables y condicionantes existentes se empleó el programa "Bienestar térmico global y local" proporcionado por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo del Gobierno de España, basado en la norma ISO 7730 bajo la aplicación del método de Fanger.

A continuación, mediante la aplicación se obtienen como resultados informes de acuerdo a los rangos en los que se encuentran dichos valores y se cuenta con la gráfica de relación entre las variables calculadas, concluyendo si existe o no confort por parte de los ocupantes en relación a la pared base para la toma de datos realizada.

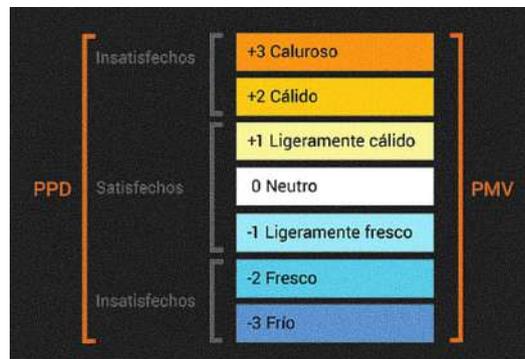


Figura 3. Rango de satisfacción o insatisfacción de acuerdo al valor de voto medio estimado y porcentaje de personas insatisfechas [6].

2.4. Encuestas

El criterio de expertos y personal de construcción es clave para identificar los factores relevantes en la construcción de bahareque en la ciudad de Cuenca. Se aplicó una encuesta al Arq. Álvaro Felipe Maldonado Valverde, magister en conservación y gestión del patrimonio cultural edificado, con doce años de experiencia en bahareque, con el objetivo de especificar las principales

características del sistema constructivo dentro de la ciudad. Posteriormente, se realizaron 26 encuestas a maestros y albañiles para conocer la afinidad y compromiso al trabajar con bahareque y las posibilidades de trabajar con materiales no convencionales. Al ser entrevistados se detectó que el ser humano es muy convencional y existe ese recelo al cambio; sin embargo, en la encuesta se va profundizando la idea de mejoras, de ahorro y buscar algo novedoso que aporte a la invención y perfeccionamiento en el campo de la construcción.

2.5. Análisis multicriterio

Para determinar el material apto para la implementación dentro del sistema constructivo y mejorar sus características térmicas, se realizó un análisis económico-social-ambiental. Este proceso fue predominante para estudiar los distintos materiales en diferentes criterios que son considerados dentro del estudio de sostenibilidad y seleccionar el material adecuado para un futuro estudio de campo; en esta diversidad de oportunidades se genera expectativas para un análisis más profundo que busca originalidad y transformación.

En cada uno de los análisis se realizó una valoración en escala ascendente (1-5), conforme a los diferentes parámetros analizados, siendo "1" el valor inferior y "5" el valor máximo alcanzable en la calificación del material. Finalmente se efectúa la sumatoria de cada uno de los análisis realizados para identificar el material más favorable desde el punto de vista global.

2.5.1. Análisis económico

Se considera el valor total de la implementación de un metro cuadrado de pared de bahareque con el material estudiado, tanto de mano de obra, materiales, importación, entrega y puesta en obra. Estos valores han sido extraídos de la base de datos de análisis de precios unitarios en el país a través de la plataforma Interpro y siempre buscando las mejores opciones para dar coyuntura a los objetivos planteados.

2.5.2. Análisis ambiental

En este punto se analizó y valoró a cada material de acuerdo al ciclo de vida que presenta hasta llegar a la obra y su implementación en el bahareque. Estos datos han sido extraídos y analizados de acuerdo a la siguiente base de referencias: fibra de vidrio (Dell', 2019), lana de oveja (Rosas, 2016), lana de roca (MATCOAM, 2021), celulosa (Zaror, 2022), poliuretano (Pu Europe, 2010), espuma flex [21-26]. y cartón de huevos (Tetra Pak, 2018). La ponderación se realizó de acuerdo a las etapas y el impacto que se genera durante la producción, puesta en obra y fin de ciclo de vida y comparando cada uno de ellos.

2.5.3. Análisis social

En el análisis de sostenibilidad es importante el impacto social que tendrá la implementación de las paredes de bahareque con sus materiales adicionales. En la presente investigación se han considerado las siguientes variables que caracterizan el aspecto social: mano de obra, generación de empleo y facilidad de adquisición de materiales y equipos utilizados para su construcción.

3. Resultados

Se ha identificado que en la ciudad de Cuenca la mayoría de edificaciones con el sistema constructivo bahareque son de tipo republicano, es decir, cuentan con la incorporación de

arriostramientos diagonales, denominados “Cruz de San Andrés”, con materiales de tierra – gramíneas, siendo éste el sistema usado desde tiempos pretéritos [27–30]. La mayoría de edificaciones de bahareque se encuentran en el centro histórico, siendo su tipología mixta, para viviendas y comercios debido a la localización en la que se ubican. En cuanto al espesor de las paredes que existen en la ciudad se presencia a partir de 10 cm y un máximo de 26cm. La mayor superficie que encontró para una pared de bahareque es de 15 m². Se observa la presencia de materiales poco convencionales dentro del sistema constructivo en algunas infraestructuras como: flores, retamas, piedras y pedazos de teja.

3.1. Aplicación método de Fanger

A partir del valor del voto medio estimado, se establece un rango entre el porcentaje de personas satisfechas, que permite establecer la conformidad o inconformidad en el interior de las viviendas de análisis (Figura 4).

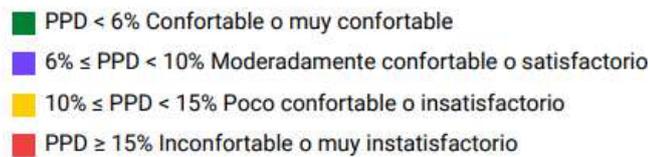


Figura 4. Valores de referencia conformidad térmica [6–8].

3.1.1. Paredes de mampostería

A continuación, se presentan los resultados obtenidos mediante el método de Fanger para las viviendas de mampostería (Tablas 5–9):

Tabla 5. Resultados vivienda 01.

Muestra		1
Temperatura ambiente (°C)		23
Materialidad		Ladrillo
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	22,4	57
2	22,3	58
3	22,3	59
Promedio		22,33
		58

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Resultados vivienda 02.

Muestra		2
Temperatura ambiente (°C)		24,2
Materialidad		Bloque
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	23,9	56
2	23,8	56
3	23,8	57
Promedio		23,83
		56

Fuente: elaboración propia.

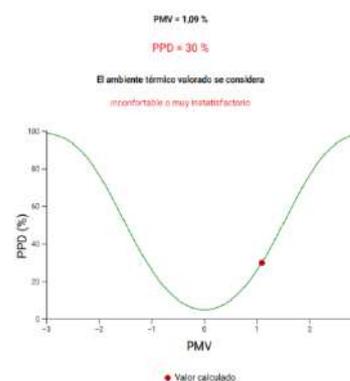
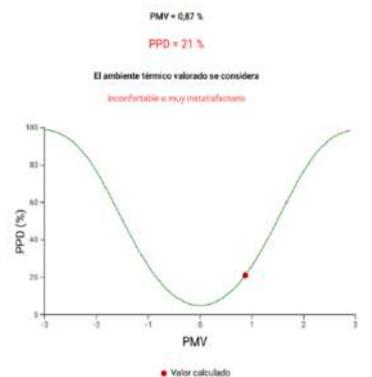


Tabla 7. Resultados vivienda 03.

Muestra	3	
Temperatura ambiente (°C)	20	
Materialidad	Ladrillo	
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	20,8	67
2	20,9	67
3	20,9	65
Promedio	20,87	66

Fuente: elaboración propia.

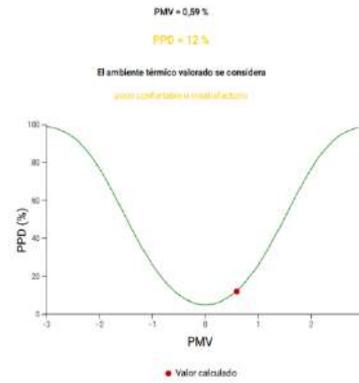


Tabla 8. Resultados vivienda 04.

Muestra	4	
Temperatura ambiente (°C)	18,3	
Materialidad	Ladrillo	
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	19,3	62
2	19,2	61
3	19,3	62
Promedio	19,27	62

Fuente: elaboración propia.

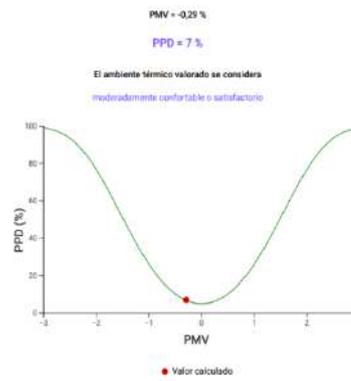
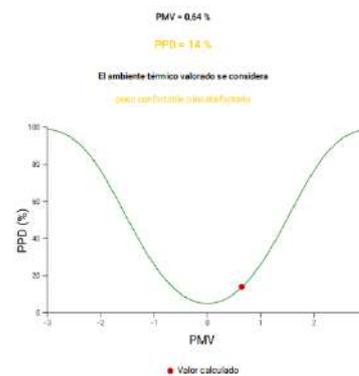


Tabla 9. Resultados vivienda 05.

Muestra	5	
Temperatura ambiente (°C)	17,6	
Materialidad	Bloque	
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	20,7	54
2	20,8	54
3	20,8	55
Promedio	20,77	54

Fuente: elaboración propia.



3.1.2. Paredes de Bahareque

Se realizó el mismo proceso mencionado anteriormente para las viviendas con paredes de bahareque (Tablas 10–14), generando los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultados vivienda 06.

Muestra		6
Temperatura ambiente (°C)		21,3
Materialidad		Bahareque
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	21,3	43
2	21,9	44
3	20,5	36
Promedio		41

Fuente: elaboración propia.

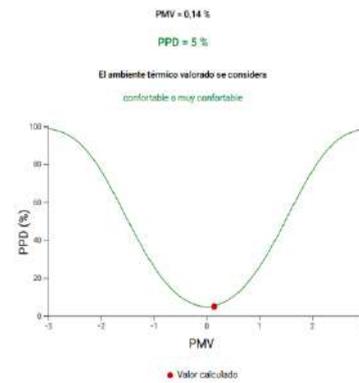


Tabla 11. Resultados vivienda 07.

Muestra		7
Temperatura ambiente (°C)		22,6
Materialidad		Bahareque
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	18,1	46
2	18,9	45
3	18,8	44
Promedio		45

Fuente: elaboración propia.

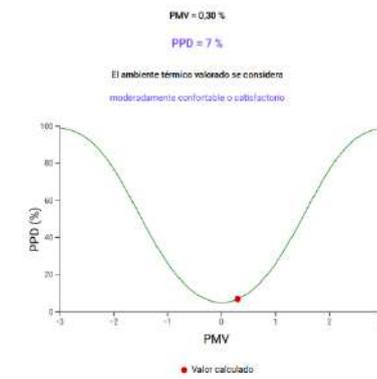


Tabla 12. Resultados vivienda 08.

Muestra		8
Temperatura ambiente (°C)		16,5
Materialidad		Bahareque
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	18,1	55
2	18,2	56
3	18,2	51
Promedio		54

Fuente: elaboración propia.

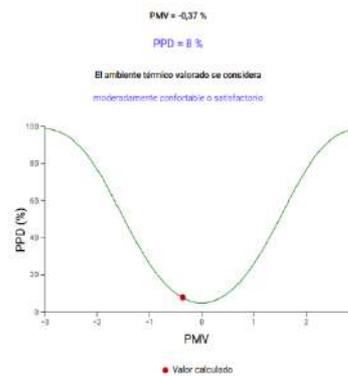


Tabla 13. Resultados vivienda 09.

Muestra		9
Temperatura ambiente (°C)		16,4
Materialidad		Bahareque
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	17,9	54
2	16,8	54
3	17,4	53
Promedio		54

Fuente: elaboración propia.

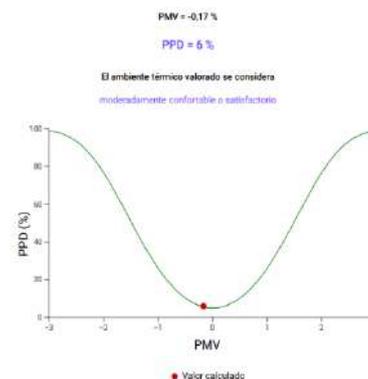
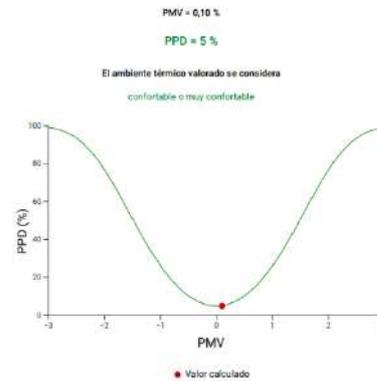


Tabla 14. Resultados vivienda 10.

Muestra		10
Temperatura ambiente (°C)		19,9
Materialidad		Bahareque
N. muestra	Temperatura pared (°C)	Humedad pared (%)
1	16,9	68
2	16,8	66
3	17,9	64
Promedio		17,20
		66

Fuente: elaboración propia.



3.2. Comparación de materiales adicionales para mejorar el confort térmico

Existen varios materiales que poseen propiedades que mejoran el confort térmico dentro de una vivienda, que han sido estudiados y comprobados en construcción, generando resultados favorables. Se realizó la selección de los materiales de acuerdo a la base de datos de materiales que han sido comprobados efectivamente con propiedades térmicas dentro de la construcción, para poder compararlos en un análisis económico-ambiental-social y encontrar el más favorable para proponer su incorporación dentro del sistema constructivo bahareque y mejorar sus propiedades térmicas para futuras construcciones dentro de la ciudad.

Los materiales analizados, cuyo carácter poroso hace que contribuyan a la absorción de la humedad y permitan un ambiente confortable para los ocupantes de la edificación, son los siguientes: fibra de vidrio, lana de oveja, lana de roca, cartón de huevos, celulosa, espuma-poliuretano y espuma Flex.

3.2.1. Análisis económico

El costo por m² de construcción en muros de bahareque, con mano de obra, equipos, maquinaria, materiales e indirectos está estimado en \$90,43;

Las incorporaciones de los materiales de análisis generan valores adicionales a su adquisición, colocación y uso, los cuales se se presentan a continuación (Tabla 15):

Tabla 15. Análisis económico de los materiales adicionales seleccionados

Material	Fibra de vidrio	Lana de oveja	Lana de roca	Celulosa	Poliuretano	Espuma Flex	Cartón de huevos
Costo material /m ²	9,40	1,35	1,75	0,90	6,06	1	8
Costo total (\$)/m ²	99,83	91,78	92,18	91,33	96,49	91,43	98,43
Valoración	1	4	3	5	2	4	1

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Análisis ambiental

La Tabla 16 muestra los resultados de la valoración ambiental de los diferentes materiales objeto de estudio:

Tabla 16 Análisis ambiental de los materiales adicionales seleccionados.

Material	Fibra de vidrio	Lana de oveja	Lana de roca	Celulosa	Poliuretano	Espuma Flex	Cartón de huevos
Valoración	2	4	3	3	2	2	3

Fuente: elaboración propia.

3.2.3. Análisis social

Para entender el estado del bahareque dentro de la ciudad de Cuenca en cuanto a mano de obra, se realizaron encuestas para entender el compromiso por parte de maestros y albañiles para la futura construcción de este sistema y especialmente atendiendo el criterio que tienen para trabajar con materiales poco convencionales en viviendas.

Se encuestó a 26 hombres entre 22 y 57 años que se desempeñan en el área civil, especialmente en viviendas dentro de la Ciudad de Cuenca. La acogida al material para futuras construcciones fue positiva (Figura 5); en cuanto al tiempo que les tomaría construir un m² en relación a las paredes de mampostería, aumenta en un 51%, mientras que el costo varía en un 25%. Por otro lado, la disposición a trabajar con los materiales de análisis permite interpretar que el personal se sentiría más cómodo utilizando espuma flex, mientras que la fibra de vidrio no es un material agradable para su ejecución.

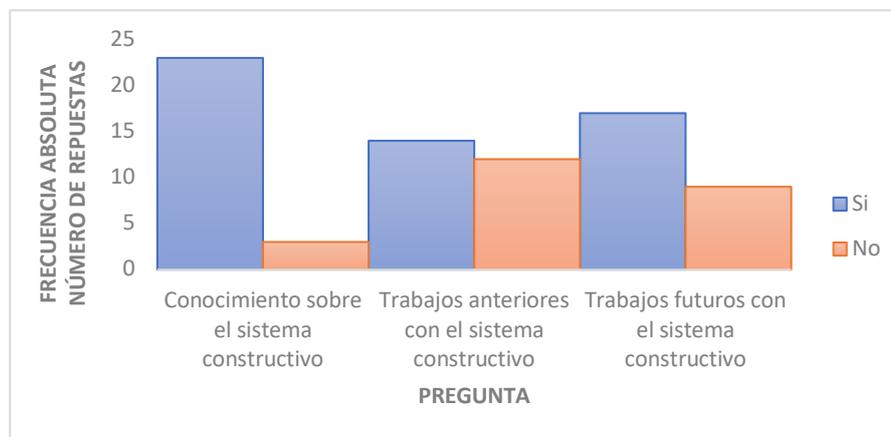


Figura 5. Frecuencia de resultados obtenidos en las encuestas. Fuente: elaboración propia.

La generación de empleo será la misma para cualquier material de análisis debido a que la cantidad de personal y tiempo de ejecución será el mismo; sin embargo, existen materiales que son de adquisición compleja debido a que requiere de importación o existe una baja demanda de venta por lo que su tiempo de entrega puede variar considerablemente. Por otro lado, los equipos a utilizar para su implementación se tratan de equipos de seguridad y herramientas menores en todos estos materiales.

Tras este análisis exhaustivo, la valoración generada por cada uno de los materiales es la siguiente (Tabla 17):

Tabla 17. Análisis social de los materiales adicionales seleccionados

Material	Fibra de vidrio	Lana de oveja	Lana de roca	Celulosa	Poliuretano	Espuma Flex	Cartón de huevos
Valoración	1	4	3	2	2	4	4

Fuente: elaboración propia

La sumatoria de los tres ítems estudiados genera un valor entero para la selección del material más recomendable para hacer conjunto con el bahareque y mejorar las propiedades térmicas del mismo (Tabla 18):

Tabla 18 Valoración global multicriterio de los materiales seleccionados.

Material	Fibra de vidrio	Lana de oveja	Lana de roca	Celulosa	Poliuretano	Espuma Flex	Cartón de huevos
Total	4/15	12/15	9/15	10/15	6/15	10/15	8/15

Fuente: elaboración propia.

4. Discusión

Los materiales utilizados actualmente requieren de mayor consumo de energía para su producción, su ciclo de vida es muy reducido al no ser materiales reutilizables y como se pudo comprobar mediante la investigación, no cumple características de aislamiento térmico [31–34]. Son estas condiciones que nos llevan a pensar en un futuro constructivo distinto al actual; al ser Cuenca una ciudad que demográficamente crece a las afueras, por la zona rural, se ve adecuado tanto constructiva como estéticamente el uso de tierra dentro de obra, siendo el bahareque una opción inigualable y así lograr recuperar la arquitectura de la ciudad que atrae el turismo [35–38].

La investigación queda abierta para estudios de laboratorio y campo, para calcular la incidencia que tienen estos materiales en el confort térmico de paredes de bahareque en la ciudad de Cuenca, con el afán de retomar y mejorar este sistema constructivo en futuras obras de viviendas, generando tradiciones arquitectónicas únicas, innovadoras y amigables con el medio ambiente.

5. Conclusiones

Este análisis ayudó a comprobar cuantitativamente la capacidad de aislamiento térmico que presenta el sistema constructivo de bahareque en relación a las paredes de ladrillo y bloque, sistemas usados actualmente en las edificaciones dentro de la ciudad. El método de Fanger permite visualizar de manera gráfica la diferencia térmica existente entre las paredes de mampostería, que presentan un porcentaje de personas insatisfechas entre 7 y 30%, equivalente a poco confortable o muy insatisfactorio. Por otro lado, la toma de datos en paredes de bahareque presenta un porcentaje de personas insatisfechas entre 5 y 8%, es decir, confortable o moderadamente confortable, demostrando los beneficios térmicos que presenta el sistema constructivo del bahareque. Sin embargo, se busca llegar a un ambiente interior muy confortable dentro de las viviendas, por lo que se realizó un análisis económico- ambiental- social de diferentes materiales en el mercado, dando como resultado que la lana de oveja presenta la mejor valoración dentro de este estudio, seguido por la celulosa y espuma flex. El uso de estos materiales ha sido estudiado debido a sus características térmicas, sustentables y adaptables al medio constructivo, por lo que se pueden usar e incorporar dentro del sistema bahareque en la ciudad de Cuenca.

Agradecimientos

El presente artículo es parte del trabajo de investigación y titulación del Programa de Maestría 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, Arquitectónicas, Agropecuarias, Ambientales y Automática (SEVA4CA), por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias:

1. Abadel, A., Abbas, H., Albidah, A., Almusallam, T., & Al-Salloum, Y. (n.d.). Effectiveness of GFRP strengthening of normal and high strength fiber reinforced concrete after exposure to heating and cooling. *Engineering Science and Technology, an International Journal*.
2. Alavedra, P., Dominguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes de La Construcción*, 49(45), 1–7.
3. Aliconi, T., & Arias, R. (2019). *Para optar el Título Profesional de Arquitecto Escuela Académico Profesional de Arquitectura*.
4. Arslan, M. E., Aykanat, B., Ayyıldız, M. A., Subaşı, S., & Maraşlı, M. (2022, July). Effects of basalt and glass fiber composites usage for strengthening on the cyclic behavior of brick infill walls. *Journal of Building Engineering*, 104405. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2022.104405>
5. Cannavale, A., Ayr, U., Fiorito, F., & Martellotta, F. (2020). Smart Electrochromic Windows to Enhance Building Energy Efficiency and Visual Comfort. *Energies*, 13(6), 1–17. <https://doi.org/10.3390/en13061449>
6. Castejón Vilella, E. (2015). *NTP 74: Confort térmico – Método de Fanger para su evaluación*.
7. Cuitiño-Rosales, M. G., Rotondaro, R., & Esteves, A. (2019, October 15). Aportes para el análisis comparativo del comportamiento higrotérmico y mecánico de los materiales de construcción con tierra. *Revista de Arquitectura*, 138–151. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>
8. Dell', T. (2019). *Análisis del impacto ambiental del reciclaje de las embarcaciones construidas en fibra de vidrio*. Universitat Politècnica de Catalunya.
9. Edwin, Z. E., Habert, G., & Lopez Muñoz, L. F. (2014). Environmental savings potential from the use of bahareque (mortar cement plastered bamboo) in Switzerland. *Key Engineering Materials*, 600, 21–33. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.600.21>
10. Esperanza Garzón, L. (2015). *Prototipo de vivienda social sostenible. bahareque prefabricado con tierra. una alternativa técnica, cultural y ecológica*.
11. Figueroa, F. E., Álvaro, Valverde, M., Coronel, P. M., & Consultores, A. (2015). *Caracterización constructiva de elementos estructurales en el bahareque: fibras, amarres y ataduras como representación cultural del Azuay*.
12. Flores Calvario, A., & Rodríguez Licea, M. (2020, January). The pajarete Construction System in Traditional Housing in the State of Colima, Mexico. *Intervención-revista internacional de conservación restauración y museología*, 1–3.
13. Gutiérrez, & González. (2005a, December 1). Structural performance of bamboo “bahareque” walls under cyclic load. *Journal of Bamboo and Rattan*, 353–368. <https://doi.org/10.1163/156915905775008345>
14. Gutiérrez, J., & González, G. (2005b, December 1). Structural performance of bamboo “bahareque” walls under cyclic load. *Journal of Bamboo and Rattan*, 353–368. <https://doi.org/10.1163/156915905775008345>
15. Henneberg de León, A. (2012, March 30). Approach to a study of bahareque damages in Zulia state, Venezuela. Some recommendations for intervention actions. *Informes de La Construcción*, 63–74. <https://doi.org/10.3989/ic.08.049>

16. Kaminski, S., Lawrence, A., Coates, K., & Foulkes, L. (2015). A low-cost vernacular improved housing design. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Civil Engineering*, 169(5), 25–31. <https://doi.org/10.1680/jcien.15.00041>
17. Landívar, C. P., Achig-Balarezo, M. C., Freire, V. C., Silva, I. S., & Martínez, F. C. (2019). Analysis and Proposal to Retrofit the Traditional Construction Systems (Earth) of the Former San José School, Cuenca, Ecuador. In *RILEM Bookseries* (Vol. 18, pp. 144–152). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99441-3_14
18. Lara, L., & Galarza, G. (2020, March 24). Pathology in crude earth, research on constructions in the Ecuadorian andean area. *REHABEND*, 1–1.
19. Lindberg, U., Fahlén, P., Axell, M., & Fransson, N. (2017). Thermal comfort in the supermarket environment – multiple enquiry methods and simultaneous measurements of the thermal environment. *International Journal of Refrigeration*, 82, 426–435. <https://doi.org/10.1016/j.ijrefrig.2017.06.020>
20. Maldonado, A. (2017). *Estrategias para la conservación de la cultura constructiva de bahareque en la ciudad de Cuenca, provincia del Azuay*. Universidad de Cuenca.
21. Marincic, I., Ochoa, J. M., & Del Río, J. A. (2012, October). Adaptive thermal comfort considering temperature and relative humidity. *Architecture, City and Environment*, 26–46.
22. MATCOAM. (2021, June 25). *Rockwool presenta el ciclo de vida del aislamiento de lana de roca*.
23. Mattone, R. (2005). Sisal fibre reinforced soil with cement or cactus pulp in bahareque technique. *Cement and Concrete Composites*, 27(5), 611–616. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2004.09.016>
24. Medina, J. M., Rodríguez, C. M., Coronado, M. C., & García, L. M. (2021). Scoping review of thermal comfort research in Colombia. *Buildings*, 11(6). <https://doi.org/10.3390/buildings11060232>
25. Molina Vinasco, G. M., Mónica, Castaño, A. A., Londoño, A., Oscar, Parra, A., Lina; Vallejo, M., Libre, U., & Pereira, S. (2015). *Bloques de tierra comprimidos con suelos derivados de cenizas volcánicas y materiales reciclables: una alternativa ecológica*.
26. Montesinos González, D. (2015). *Aprendiendo construcción sostenible*. <https://es.wikipedia.org>
27. Neira, a. (2015). *acondicionamiento térmico en espacios interiores de viviendas, usando la energía solar*. Universidad del Azuay.
28. Pablo, J., Cordero, A., & Albuja, N. V. (2015). *PROPUESTA DE PANELES ESTRUCTURALES MODULARES DE BAHAREQUE PREFABRICADO DE MADERA*. <http://certificarq.es/?p=423>
29. Pesántes, M. P. (2012). *Confort térmico en el área social de una vivienda unifamiliar en CUENCA-ECUADOR*. Universidad de Cuenca.
30. Pu Europe. (2010). *Sostenibilidad y Poliuretano*.
31. Ramos, A. (2019). *Uso del bahareque de guadua con mortero en muros, y su influencia en la impermeabilidad de viviendas de bajo costo al clima lluvioso de la ciudad de Satipo Junín al 2019*. Universidad Continental.
32. Rodríguez Licea, M., & Flores Calvario, A. (2020). El sistema constructivo de pajarete en la vivienda tradicional del estado de Colima, México. *Intervención*, 1(21), 212–256. <https://doi.org/10.30763/intervencion.228.v1n21.07.2020>
33. Rosas, A. (2016). *La lana de ovino como material aislante: natural, renovable y sostenible*. Universidad Politécnica de Catalunya.
34. Saltos, J., & Pérez. Efraín. (2017). Utilización de material de espuma flex (poliestireno) para la construcción de modelos en los procesos de fundición. *REVISTA RIEMAT*, 2(1), 1–4.
35. Tenze, A., Cardoso, F., & Achig, M. C. (2020). Experiences of social participation in the recovery of vernacular heritage in southern Ecuador. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences - ISPRS Archives*, 54(M–1), 603–610. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIV-M-1-2020-603-2020>

36. Tetra Pak. (2018). *Análisis del ciclo de vida del envase de cartón*.
37. Yu, S., Hao, S., Mu, J., Tian, D., & Zhao, M. (2022). Research on Optimization of the Thermal Performance of Composite Rammed Earth Construction. *Energies*, 15(4).
<https://doi.org/10.3390/en15041519>
38. Zaror, C. (2022). Análisis del ciclo de vida. *Introducción a la ingeniería ambiental para la industria de proceso*. universidad de concepción.



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

Desafíos alimentarios en la salud oral: Un enfoque a la calidad de vida

Maritza Sánchez-Capa ¹   Itaty Sánchez-Capa ²  Jaime Dahua Robelly ³ 

Antonella Vela Echeverría ⁴ 

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

² Centro especializado IN NOVA DENTAL, El Coca 220201, Ecuador

³ Instituto Superior Pedagógico Martha Bucaram De Roldós Bilingüe – Intercultural, Nueva Loja, Ecuador

⁴ Ministerio de Salud Pública, Dirección distrital 10d03, Cotacachi 100302, Ecuador

 Correspondencia: maritzac.sanchez@esPOCH.edu.ec  +593 99 046 5379

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61055>

Resumen: Las condiciones orales tienen impactos debilitantes en la vida cotidiana de las personas. El impacto del gradiente social en las experiencias de calidad de vida de los individuos está bien documentado, y aquellos que están socialmente en desventaja reportan mayores impactos. Se han propuesto una variedad de modelos para explicar la asociación entre la salud bucal y la calidad de vida. En el presente estudio se analiza mediante un proceso de revisión bibliográfica la relación entre los alimentos, la salud oral y la calidad de vida. Los hallazgos proporcionan evidencia adicional de que una desventaja social en cualquier etapa de la vida tiene efectos nocivos sobre la calidad de vida relacionada con la salud oral.

Palabras claves: Ortodoncia, procesos alimenticios, calidad de vida, impacto social.

Dietary challenges in oral health: A focus on quality of life.

Abstract: Oral conditions have debilitating impacts on people's daily lives. The impact of the social gradient on individuals' quality of life experiences is well documented, with those who are socially disadvantaged reporting greater impacts. A variety of models have been proposed to explain the association between oral health and quality of life. In the present study, the relationship between food, oral health, and quality of life is analyzed through a literature review



Cite: SSánchez-Capa, M., Sánchez-Capa, I., Dahua Robelly, J., & Vela Echeverría, A. (2023). Desafíos alimentarios en la salud oral: Un enfoque a la calidad de vida. Green World Journal, 6(1).

<https://doi.org/10.53313/gwj61055>

Received: 12/February/2023

Accepted: 04/April /2023

Published: 06/April/2023

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

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



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

Creative Commons Attribution (CC BY).

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

process. The findings provide additional evidence that social disadvantage at any stage of life has deleterious effects on oral health-related quality of life..

Keywords: Orthodontics, nutritional processes, quality of life, social impact.

1. Introducción

La primera discusión sobre la calidad de vida en el mundo antiguo se atribuye a Heródoto, que vivió alrededor del año 450 a. C. durante su visita a Egipto. Los médicos griegos aplicaron diferentes modelos de tratamiento que tenían un enfoque más holístico en comparación con los de Egipto [1,2]. En los hospitales, se presentaban obras de teatro y comedia a los pacientes en los teatros de los hospitales; dicho enfoque se consideró beneficioso ya que aliviaría y distraería a los pacientes de sus síntomas mientras los médicos llevarían a cabo sus investigaciones. Más recientemente, el término “calidad de vida” surgió en la literatura médica, dental y filosófica. Se puede observar que en las décadas de 1960 y 1970, a medida que avanzaban los procedimientos médicos, los investigadores comenzaron a incluir parámetros de calidad de vida para medir los resultados más allá de los protocolos de tratamiento clásicos. Más tarde, en la década de los ochenta, los especialistas utilizaron la calidad de vida para formular decisiones éticas y morales para algunos bebés con discapacidades graves con respecto a los temas del aborto. En la década de los noventa los investigadores abrieron una nueva dimensión de debate tratando de relacionar la felicidad y la calidad de vida de los pacientes con una determinada modalidad de tratamiento [3,4].

Es importante entender cómo las personas perciben el impacto de las enfermedades bucodentales en su calidad de vida. La calidad de vida relacionada con la salud oral (CVSO) es una noción relativamente nueva, pero de rápido crecimiento. El concepto de calidad de vida es particularmente significativo para 3 áreas: la práctica clínica de la odontología, la investigación dental y la educación dental [5,6]. Existen diferentes enfoques para medir; el más popular utiliza cuestionarios de elementos múltiples. debe ser la base para el desarrollo de cualquier programa de salud oral. Además, se necesita investigación a nivel conceptual en países donde la calidad de vida relacionada con la salud oral no se ha evaluado previamente, incluidos los países del Mediterráneo oriental [2].

La salud bucal es importante para la salud general. A nivel mundial, las enfermedades bucodentales conllevan graves cargas sanitarias y económicas, lo que se traduce en una reducción significativa de la calidad de vida. Las enfermedades orales como la caries, la fluorosis dental, la pérdida de dientes, la enfermedad periodontal, las lesiones dentales, el cáncer bucal, las anomalías dentales, los trastornos craneofaciales y muchas más tienen un impacto negativo en la CVSO [2,7].

La investigación ha demostrado que el estado de salud oral está asociado con la CVSO en la población general. La salud bucal se percibe como un componente esencial de la calidad de vida general, y la CVSO se refiere a la salud, el bienestar y la calidad de vida percibidos por una persona en relación con las condiciones y funciones bucales [6,8]. CVSO es un predictor significativo de la salud y el bienestar general. Investigaciones recientes encontraron asociaciones significativas y relevantes entre la CVSO y el conocimiento, la práctica y la salud oral autoevaluada de la salud bucal. Los estudios han demostrado que la edad, los bajos ingresos, el cepillado una vez al día y las caries dentales están asociados con una CVSO deficiente, y actitudes y comportamientos de salud bucal más favorables conducen a una mejor calidad de vida relacionada con la salud bucal entre los estudiantes de medicina [6,9].

Las disparidades socioeconómicas y los malos hábitos de salud oral parecen ser parte de los principales factores responsables de las extracciones dentales [1,8,10]. Estudios previos mostraron que el estatus socioeconómico de los adolescentes y las creencias relacionadas con la salud bucal de sus padres predijeron sus creencias relacionadas con la salud bucal, lo que a su vez predijo su uso de cepillos de dientes y servicios dentales. Además, hubo una asociación entre el uso del servicio dental y la caries no tratada y las superficies dentales faltantes en la edad adulta, y una correlación negativa entre el número de caries no tratadas y las superficies dentales faltantes y la CVSO [5,6].

Los mejores comportamientos relacionados con la salud y la asistencia dental de rutina tienen un efecto protector sobre la CVSO. Aunque las enfermedades bucodentales se pueden prevenir y controlar, existe una gran diferencia en el efecto del tratamiento de las enfermedades porque las personas tienen diferentes niveles de conocimiento sobre las enfermedades bucodentales y su cumplimiento de las conductas de salud bucodental varía. Un elemento esencial para lograr una buena salud bucal es la adopción de conductas de salud bucal eficientes y eficaces. El valor de los buenos comportamientos de salud oral ha ganado un interés creciente en los últimos años. Los estudios han demostrado que el comportamiento de salud bucal afecta el estado de salud bucal de las personas. Para lograr y mantener una buena higiene oral, cepillado de dientes y uso de hilo dental, se recomienda el uso de pasta dental con flúor [10,11].

Aunque la concientización del paciente y los comportamientos de cumplimiento juegan un papel fundamental tanto en la prevención de enfermedades como en los resultados del tratamiento, se sabe poco sobre los problemas con sus comportamientos de salud bucal y cómo se ven afectados por los problemas de salud bucal y los factores asociados. Aquí llevamos a cabo un estudio para investigar la CVSO [12,13], los comportamientos de salud oral y los factores asociados entre los pacientes dentales. Las preguntas de investigación

fueron "¿Cuáles son los comportamientos de salud bucal y la calidad de vida relacionada con la salud bucal de los pacientes dentales?" y "¿La calidad de vida relacionada con la salud bucal está influenciada por los comportamientos de salud bucal y otros factores?". Por estas razones, resultaron dos objetivos de investigación: 1) El primer objetivo del estudio fue evaluar el estado actual de los comportamientos de salud bucal de los pacientes dentales y la calidad de vida relacionada con la salud bucal. 2) El segundo objetivo del estudio fue examinar los procesos de ortodoncia en la CVSO entre los pacientes dentales.

2. Salud oral y calidad de vida

En las últimas tres décadas, la salud se definía como 'ausencia de enfermedad', pero esta frase no es realmente válida. Sin embargo, la noción de "Bienestar" no es solo esa definición y la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 1948, definió la salud de la siguiente manera: "La salud es un estado completo de bienestar físico, mental, social y no solo la ausencia de la enfermedad" [4]. Además, la salud oral individual es una parte importante de la salud general y un factor crucial que afecta la calidad de vida de un individuo. La salud bucal fue definida por la OMS en 2013 como "un estado libre de dolor bucal y facial crónico, cáncer bucal y de garganta, llagas orales, defectos de nacimiento como labio y paladar hendido, enfermedad periodontal, caries y pérdida de dientes, y otras enfermedades y trastornos que afectan a la cavidad bucal". Cualquier trastorno que tenga consecuencias en la salud bucal puede tener un gran impacto en el bienestar físico, social y psicológico de una persona [9,14].

La calidad de vida relacionada con la salud oral es un concepto novedoso que ha evolucionado en las últimas dos décadas. La Organización Mundial de la Salud (OMS) también lo ha reconocido como una parte importante del Programa Mundial de Salud Oral (2003). La información sobre CVSO brinda una mejor comprensión de los sentimientos y las percepciones a nivel individual [6,9]. También nos ayuda a comprender el impacto de la salud oral en la vida de los pacientes y sus familias. Ahora está bien documentado que las enfermedades y condiciones orales afectan la vida de las personas. Algunas de las enfermedades/condiciones orales como caries, fluorosis dental, pérdida de dientes, enfermedad periodontal, lesiones dentales, cáncer oral, anomalías dentales, trastornos craneofaciales y muchas más tienen un impacto negativo en la calidad de vida [15,16].

La calidad de vida individual puede verse afectada si la salud bucal empeora. La calidad de vida se define como las percepciones de su posición en la vida en el contexto de la cultura y los sistemas de valores en los que viven, y en relación con sus metas, expectativas, estándares y preocupaciones [16,17]. La CVSO es una construcción multidimensional que refleja la comodidad de las personas al comer, dormir y participar en la interacción social

[12,18]; su autoestima; y su satisfacción con respecto a su salud bucal. Últimamente ha habido una transición de los criterios tradicionales de resultados de tratamientos dentales/médicos clínicos que se centran solo en enfermedades como (caries, periodontitis, gingivitis, etc.) a sistemas de prestación de salud bucal más centrados en el paciente que se centran en la experiencia social, emocional y física de una persona [2,19]. En otras palabras, debe abordar las quejas de salud del paciente y tener en cuenta el impacto de la enfermedad del paciente en su calidad de vida. La calidad de vida relacionada con la salud bucodental ayuda a tomar decisiones clínicas teniendo en cuenta los deseos y las necesidades emocionales y físicas de los pacientes [20–22].

Los investigadores han tratado de dilucidar cómo la salud oral se relaciona con la calidad de vida, 5 y comprender la relación entre el diagnóstico y la información de los exámenes clínicos, la salud autoinformada centrada en la persona y las experiencias de salud. Muchos autores consideraron el impacto de la enfermedad en la calidad de vida de un individuo y trataron de formular modelos teóricos para explicar la interrelación entre la salud y la enfermedad y la calidad de vida [3,4,18].

3. Impacto de la ortodoncia en la CVSO

Uno de los principales objetivos de los procedimientos operativos dentales modernos es mejorar la calidad de vida del paciente en todos sus aspectos posibles. Sin embargo, se sabe que las expectativas de los pacientes antes, durante y después del tratamiento difieren mucho [6,23]. La maloclusión es el trastorno oral más común que puede causar impactos negativos en la vida social y la confianza en uno mismo y puede estar muy asociado con connotaciones psicológicas negativas [6,19].

El tratamiento de ortodoncia de una maloclusión desde una perspectiva puramente clínica puede no abordar las preocupaciones de los pacientes. Se ha demostrado que los pacientes y sus padres comparten expectativas similares del tratamiento de ortodoncia en la mayoría de los aspectos, aunque los padres parecen tener expectativas más realistas en la duración estimada del tratamiento en la visita inicial [3,17]. Se demostró que el origen étnico influye significativamente en las expectativas sobre el resultado del tratamiento de ortodoncia, y esto puede estar relacionado con las diferencias en la evaluación de los pacientes y los padres sobre el resultado de la atención [19,24].

El principal enemigo de la salud bucal es la placa. Los alimentos que quedan atrapados cerca de las superficies de los dientes pueden provocar la formación de placa, una capa delgada de microorganismos y desechos orgánicos (biopelícula) que contiene bacterias potencialmente dañinas [25]. Los aparatos ortopédicos u otros aparatos dificultan la eliminación de la placa. Las bacterias de la placa digieren los azúcares de los alimentos y

producen ácidos que pueden erosionar los dientes e irritar las encías. Esto puede causar caries, manchas blancas en los dientes, enfermedad de las encías y mal aliento. Mantener la placa bajo control es uno de los medios más efectivos para mantener dientes y encías fuertes y saludables. Hay tres formas generales de hacerlo: a través de la dieta, el mantenimiento diario y la atención profesional regular [7,26]. En conjunto, son la mejor defensa de tus dientes.

Algunos investigadores han demostrado que el tratamiento de ortodoncia con aparatos fijos mejoró significativamente la calidad de vida después de dos años de tratamiento. Por otro lado, otros autores concluyeron que el tratamiento de ortodoncia con aparatología fija empeora significativamente las puntuaciones de CVSO durante el tratamiento, 11 y 24 horas después de su colocación [3,16]. El atractivo facial y dental significa un elemento vital de la calidad de vida de las personas que buscan tratamiento de ortodoncia. Los investigadores han encontrado que el encanto facial afecta el éxito interpersonal, predominantemente en situaciones escolares y laborales. Los niños y adultos atractivos generalmente tienen juicios y comentarios académicos y de rendimiento más alentadores que los pacientes poco atractivos. Esto, a su vez, afecta la confianza en sí mismo entre los que son muy atractivos.

La apariencia de los dientes y la apariencia de la sonrisa son componentes cruciales del encanto facial. Los medios de comunicación y la sociedad en general fortalecen el concepto de que "la belleza es buena". Los actores o héroes de cine y televisión tienen dientes atractivos, en comparación con los villanos que tienen los dientes torcidos, rotos y descoloridos [19,27]. Sin embargo, estos estereotipos comunes pueden generar autocrítica e insatisfacción de los jóvenes que buscan la perfección tal como se percibe en la televisión.

4. Conclusión

La calidad de vida relacionada con la salud oral CVSO tiene un impacto importante en la práctica clínica de la odontología y la investigación dental. CVSO es un paradigma multidimensional que implica una evaluación subjetiva de la salud oral del individuo, el bienestar funcional, el bienestar emocional, las expectativas y la satisfacción con la atención y el sentido de sí mismo. Se necesitan más investigaciones en este dominio para mejorar la calidad de los datos que pueden permitir a los investigadores sacar conclusiones sólidas.

Los hallazgos proporcionan evidencia adicional de que una desventaja social en cualquier etapa de la vida tiene efectos nocivos sobre la CVSO en la mediana edad, que la CVSO difiere entre los sexos y que la utilización de la atención dental es un mediador importante de la asociación entre la mala salud dental y los impactos sobre CVSO. Es probable que mejorar el acceso a servicios de salud dental oportunos y apropiados tenga beneficios

para la calidad de vida. En particular, el cepillado de dientes y el uso regular de servicios dentales se asocian con un menor riesgo de impactos en la CVSO, incluso cuando se controla el estado de salud bucal y los factores socioeconómicos, y estos representan áreas claras donde una intervención podría mejorar la CVSO para los afectados por afecciones orales o que se encuentran en una desventaja socioeconómica relativa.

Contribución de autores: Los autores participaron en todas las etapas del manuscrito.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Amagai, N.; Komagamine, Y.; Kanazawa, M.; Iwaki, M.; Jo, A.; Suzuki, H.; Minakuchi, S. The effect of prosthetic rehabilitation and simple dietary counseling on food intake and oral health related quality of life among the edentulous individuals: A randomized controlled trial. *J. Dent.* **2017**, *65*, 89–94, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2017.07.011>.
2. Choi, S.-H.; Kim, J.-S.; Cha, J.-Y.; Hwang, C.-J. Effect of malocclusion severity on oral health-related quality of life and food intake ability in a Korean population. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2016**, *149*, 384–390, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.08.019>.
3. Bird, A.; Daly, D.; Burks, W.; Hourihane, J.O.B.; DunnGalvin, A. Impact of Oral Food-Specific Immunotherapy (OIT) on Health Related Quality of Life (HRQL) of Children and Parents During Build Up of Tolerance. *J. Allergy Clin. Immunol.* **2010**, *125*, AB22, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jaci.2009.12.117>.
4. Leonard, J.F.; Taxel, P.; Kuo, C.-L.; Da Cunha Godoy, L.; Freilich, M. Dental implant and bone augmentation treatment in bone-compromised patients: Oral health-related quality of life outcomes. *J. Prosthet. Dent.* **2023**, doi:<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.01.011>.
5. Pakkhesal, M.; Naghavihosseini, A.; Faali, T.; Khoshnevisan, M.H.; Karimian, A. Oral health-related quality of life changes during phase 1 Class II malocclusion treatment using Frankel 2 and Twin-block appliances: A short-term follow-up study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2023**, *163*, 191–197, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.10.018>.
6. Naujokat, H.; Himmel, A.-L.; Behrens, E.; Gülses, A.; Wiltfang, J.; Terheyden, H. Treatment satisfaction and oral health-related quality of life in patients with cleft lip and palate after secondary alveolar bone grafting. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* **2022**, *51*, 1454–1461, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijom.2022.03.002>.
7. Yu, X.; Chen, Y.; Li, Y.; Hong, J.; Hua, F. A Bibliometric Mapping Study of the Literature on Oral Health-related Quality of Life. *J. Evid. Based. Dent. Pract.* **2023**, *23*, 101780, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jebdp.2022.101780>.
8. de Campos, W.G.; Alkmin Paiva, G.L.; Esteves, C.V.; Rocha, A.C.; Gomes, P.; Lemos Júnior, C.A. Surgical Treatment of Ameloblastoma: How Does It Impact the Oral Health-Related Quality of Life? A Systematic Review. *J. Oral Maxillofac. Surg.* **2022**, *80*, 1103–1114, doi:<https://doi.org/10.1016/j.joms.2022.03.003>.
9. Choong, E.K.M.; Shu, X.; Leung, K.C.M.; Lo, E.C.M. Oral health-related quality of life (OHRQoL) after rehabilitation with removable partial dentures (RPDs): A systematic review and meta-analysis. *J. Dent.* **2022**, *127*, 104351, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104351>.
10. Goergen, J.; Costa, R.S.A.; Rios, F.S.; Moura, M.S.; Maltz, M.; Jardim, J.J.; Celeste, R.K.;

- Haas, A.N. Oral conditions associated with oral health related quality of life: A population-based cross-sectional study in Brazil. *J. Dent.* **2023**, *129*, 104390, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104390>.
11. Owayda, A.M.; Hajeer, M.Y.; Murad, R.M.T.; Al-Sabbagh, R. The efficacy of low-level laser therapy versus paracetamol-caffeine in controlling orthodontic separation pain and changes in the oral-health-related quality of life in Class I malocclusions: A 3-arm, randomized, placebo-controlled clinical trial. *J. World Fed. Orthod.* **2022**, *11*, 75–82, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2022.01.001>.
 12. Noronha, T.G.; Knorst, J.K.; Godois, L. da S.; Emmanuelli, B.; Ardenghi, T.M.; Tomazoni, F. Sense of coherence moderates the relationship between perceived racial discrimination and oral health-related quality of life in schoolchildren. *J. Dent.* **2023**, *131*, 104432, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104432>.
 13. Knorst, J.K.; Vettore, M.V.; Brondani, B.; Emmanuelli, B.; Paiva, S.M.; Ardenghi, T.M. Impact of community and individual social capital during early childhood on oral health-related quality of life: A 10-year prospective cohort study. *J. Dent.* **2022**, *126*, 104281, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104281>.
 14. Nakai, N.; Kurogi, T.; Murata, H. Oral health-related quality of life of conventional removable partial dentures, unilateral nonmetal clasp dentures, and shortened dental arch with 2- or 3-tooth unilateral distal extension tooth loss in the mandible: A randomized, crossover, clinical trial. *J. Prosthet. Dent.* **2022**, doi:<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.07.014>.
 15. Jiménez-López, Y.I.; Hernandez-Herrera, A.M.; Gómez Díaz, H.J.; Torres González, R.; Jáuregui Renaud, K. Quality of life related to both general and oral health two years after treatment for subcondylar fracture. *Br. J. Oral Maxillofac. Surg.* **2023**, doi:<https://doi.org/10.1016/j.bjoms.2023.01.005>.
 16. Tan, M.L.; Ho, J.-P.T.F.; Tuk, J.G.C.; de Lange, J.; Lindeboom, J.A.H. Impact of maxillomandibular advancement on oral health related quality of life in patients with obstructive sleep apnea: A longitudinal study of the oral health impact profile (OHIP-14). *Adv. Oral Maxillofac. Surg.* **2023**, *9*, 100398, doi:<https://doi.org/10.1016/j.adoms.2023.100398>.
 17. Esteban-Fernández, A.; Zorraquín-Peña, I.; González de Llano, D.; Bartolomé, B.; Moreno-Arribas, M.V. The role of wine and food polyphenols in oral health. *Trends Food Sci. Technol.* **2017**, *69*, 118–130, doi:<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.09.008>.
 18. Kim, H.-Y.; Kim, J.; Hong, S.-M. Do the oral health-related quality of life and the magnitude of its association with malocclusion differ by developmental stages of schoolchildren? *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2023**, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2022.06.026>.
 19. Martini, D.; Galli, C.; Guareschi, C.; Angelino, D.; Bedogni, G.; Biasini, B.; Zavaroni, I.; Pruneti, C.; Ventura, M.; Galli, D.; et al. Claimed effects, outcome variables and methods of measurement for health claims on foods proposed under Regulation (EC) 1924/2006 in the area of oral health. *NFS J.* **2018**, *10*, 10–25, doi:<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2017.12.001>.
 20. Chen, Y.; Li, T.; Xu, Y.; Xing, J.; Jiang, W.; Yin, X.; Zhang, H.; August, M.; Klein, K.P.; Zhang, T. Oral health-related quality of life between Chinese and American orthodontic patients: A two-center cross-sectional study. *Chinese J. Plast. Reconstr. Surg.* **2022**, *4*, 171–177, doi:<https://doi.org/10.1016/j.cjprs.2022.11.001>.
 21. Castaño-Joaqui, O.G.; Maza Muela, C.; Casco Zavala, B.; Casares García, G.; Domínguez Gordillo, A.Á. Long term oral health related quality of life after TMJ arthrocentesis with hyaluronic acid. A retrospective cohort study. *J. Cranio-Maxillofacial Surg.* **2022**, *50*, 583–589, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jcms.2022.06.004>.
 22. Fagundes, M.L.B.; do Amaral Júnior, O.L.; Menegazzo, G.R.; Melgarejo do Amaral Giordani,

- J. Association between perceived discrimination in health services and oral health-related quality of life in older adults. *J. Dent.* **2022**, *125*, 104249, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104249>.
23. Whelton, H. 24 - Functional foods and oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.-F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 488–528 ISBN 978-1-84569-418-0.
24. Turner, P.J.; Dawson, T.C.; Skypala, I.J.; Fox, A.T. Management of pollen food and oral allergy syndrome by health care professionals in the United Kingdom. *Ann. Allergy, Asthma Immunol.* **2015**, *114*, 427–428.e1, doi:<https://doi.org/10.1016/j.anai.2015.02.011>.
25. Lephart, E.D. Determination of S- and/or R-equol in plant-based food products and efficacy of topical or oral 4',7-isoflavandiol (R/S equol) to improve skin health in adult men, a Placebo-controlled pilot study. *J. Funct. Foods* **2021**, *83*, 104563, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104563>.
26. Quintão, A.P.; Quintão, C.C.A.; Holz, I.S.; Miguel, J.A.M. Oral Health Impact Profile (OHIP)-14 telephone interview reliability to assess oral health-related quality of life (OHRQoL) in orthosurgical patients. *J. World Fed. Orthod.* **2023**, *12*, 72–75, doi:<https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2023.02.002>.
27. Chi, D.L.; Dinh, M.A.; da Fonseca, M.A.; Scott, J.M.; Carle, A.C. Dietary Research to Reduce Children's Oral Health Disparities: An Exploratory Cross-Sectional Analysis of Socioeconomic Status, Food Insecurity, and Fast-Food Consumption. *J. Acad. Nutr. Diet.* **2015**, *115*, 1599–1604, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.02.011>.



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

Los alimentos y la salud dental: ¿Por qué algunos alimentos son peores que otros?

Itaty Sánchez-Capa ¹  Maritza Sánchez-Capa ²   Angélica Belén Panchi Panchi ³

¹ Centro especializado IN NOVA DENTAL, El Coca 220201, Ecuador

² Research Group YASUNI-SDC, Faculty of Life Sciences, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana, El Coca 220001, Ecuador

³ Clínica dental Mabepa Dent, Quito 170707, Ecuador.

 Correspondencia: maritzac.sanchez@esPOCH.edu.ec  +593 99 046 5379

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61056>

Resumen: Su boca, dientes y encías son más que simples herramientas para comer. Son esenciales para masticar y tragar, los primeros pasos en el proceso de digestión. Tu boca es el punto inicial de contacto de tu cuerpo con los nutrientes que consumes. Entonces, lo que se lleva a la boca afecta no solo su salud general, sino también la de sus dientes y encías. Pero la tendencia alimenticia ha empeorado la salud oral. En ese sentido el presente estudio presenta la ración de los alimentos y la salud dental. Los hallazgos indican que, para una buena salud dental, se recomienda que las personas limiten comer y beber entre comidas. Por supuesto, a veces debe suceder comer entre comidas. Desafortunadamente, la mayoría de las personas eligen alimentos como dulces y papas fritas como bocadillos; alimentos que dañan los dientes al promover la caries dental.

Palabras claves: Salud dental, alimentos, problemas dentales, enfermedades.

Dietary challenges in oral health: A focus on quality of life.

Abstract: Your mouth, teeth and gums are more than just tools for eating. They are essential for chewing and swallowing, the first steps in the digestion process. Your mouth is your body's initial point of contact with the nutrients you consume. So what you put in your mouth affects not only your overall health, but also the health of your teeth and gums. But the dietary trend has worsened oral health. In that sense, the present study presents the relationship between food and dental health. The findings indicate that, for good dental health, it is recommended that people limit eating and drinking between



Cite: Sánchez-Capa, I., Sánchez-Capa, M., & Panchi Panchi, A. B. (2023). Los alimentos y la salud dental: ¿Por qué algunos alimentos son peores que otros? Green World Journal, 6(1), 056. <https://doi.org/10.53313/gwj61056>

Received: 14/February/2023

Accepted: 01/April/2023

Published: 05/April/2023

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

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



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

Creative Commons Attribution (CC BY).

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

meals. Of course, eating between meals should sometimes happen. Unfortunately, most people choose foods such as candy and potato chips as snacks; foods that damage teeth by promoting tooth decay.

Keywords: Dental health, food, dental problems, diseases.

1. Introducción

El cuerpo humano es una máquina compleja. Los alimentos que elige y la frecuencia con la que los come pueden afectar la salud general y también la salud de los dientes y encías [1,2]. Si se consume demasiados refrescos con azúcar, bebidas de frutas endulzadas o refrigerios no nutritivos, las piezas dentales podrían estar en riesgo de sufrir caries. La caries dental es la enfermedad infantil crónica más común, pero la buena noticia es que es totalmente prevenible. La caries dental ocurre cuando la placa entra en contacto con el azúcar en la boca, lo que provoca que el ácido ataque los dientes [3,4].

El cuidado de los dientes no es difícil. De hecho, incluso se puede ayudar a los dientes mientras se come. De acuerdo con la Asociación Dental Estadounidense (ADA), los patrones de alimentación saludable y la elección de alimentos pueden ayudar a prevenir la caries dental. Por el contrario, elegir alimentos que son malos para los dientes puede tener un impacto negativo en la salud bucal. Aprenda qué alimentos son adecuados para sus dientes y qué buenos hábitos pueden ayudar a su salud bucal [4].

Los alimentos que contienen azúcares de cualquier tipo pueden contribuir a la formación de caries. Para controlar la cantidad de azúcar que ingiere, lea la información nutricional y las etiquetas de ingredientes de los alimentos y bebidas y elija las opciones que tengan menos azúcar. Las fuentes comunes de azúcar en la dieta incluyen refrescos, dulces, galletas y pasteles [5,6]. Su médico o un dietista registrado también pueden brindarle sugerencias para seguir una dieta nutritiva. Si su dieta carece de ciertos nutrientes, puede ser más difícil para los tejidos de su boca resistir la infección. Esto puede contribuir a la enfermedad de las encías. La enfermedad grave de las encías es una causa importante de pérdida de dientes en adultos. Muchos investigadores creen que la enfermedad progresa más rápido y es potencialmente más grave en personas con mala nutrición [7,8].

Una buena salud dental es algo más que evitar las caries; también incluye el cuidado de los tejidos, las fibras, las superficies a base de minerales y el hueso que protegen los dientes y los mantienen seguros en la mandíbula. Al igual que cualquier otra estructura de su cuerpo, su boca necesita la cantidad correcta de nutrición para mantenerse fuerte y saludable. Una buena salud bucal requiere alimentos enteros, ricos en nutrientes, bajos en azúcar y almidones. Una regla general es seguir la recomendación del USDA para la orientación nutricional, que incluye las cantidades recomendadas de lácteos, proteínas, cereales, frutas y verduras [9,10].

La mala nutrición afecta casi todos los aspectos de su salud, y esto es especialmente cierto en el caso de los niños. Las deficiencias de vitaminas y proteínas pueden provocar un retraso en la erupción de los dientes, una formación deficiente de los dientes, un desarrollo anormal de los huesos de la mandíbula, sangrado de las encías y enfermedad periodontal, mientras que las cantidades excesivas de azúcar y almidón causan erosión dental y caries [11,12].

2. Los alimentos y salud dental

Además del calcio, ciertos ácidos grasos y las vitaminas C y D, la proteína dietética puede ayudar a que la mandíbula y los dientes funcionen correctamente durante toda la vida. La proteína, que ayuda a reparar los tejidos y formar huesos, es un componente importante de la densidad mineral ósea o DMO. Una BMD saludable indica que hay suficiente material en sus huesos para sostener su estructura corporal y prevenir fracturas o roturas [13,14]. Los niveles bajos de BMD a menudo se correlacionan con la osteoporosis. Debido a que la mala salud dental generalmente se caracteriza por ligamentos periodontales inflamados o debilitados y pérdida ósea o debilitamiento en la mandíbula, lo que imita el daño causado por la osteoporosis, lo que lleva a los científicos a creer que también puede haber un vínculo entre la DMO y la mala salud dental [15,16].

La DMO se puede mejorar con un aumento en la ingesta de proteínas en la dieta, por lo que una mayor cantidad de proteínas en la dieta puede respaldar la estructura periodontal que necesita para una buena salud dental [17]. Sin embargo, más importante que aumentar las proteínas en la dieta es consumir una dieta de alimentos saludables e integrales que contengan los otros nutrientes que necesita para la salud oral, específicamente calcio y vitamina D [18,19].

Los alimentos que son buenos para los dientes son, en la mayoría de los casos, buenos para todo el cuerpo. Los alimentos con alto contenido de calcio y otros nutrientes como el queso bajo en grasa, la leche sin grasa o baja en grasa, el yogur natural y las verduras de hoja verde pueden brindarle la nutrición que necesita para tener dientes sanos. Los alimentos ricos en proteínas como los huevos, el pescado, la carne y las aves también pueden ayudar a proteger el esmalte de los dientes y mejorar la densidad ósea [10,20].

Los alimentos con alto contenido de agua y fibra, como frutas y verduras, no solo estimulan la saliva, lo que ayuda a eliminar las partículas de alimentos, neutraliza los ácidos y previene la descomposición, sino que también ayudan a equilibrar el azúcar que puede estar consumiendo de otros alimentos. Cuando se trata de bebidas, tu mejor opción es siempre el agua, especialmente el agua fluorada. Beber agua fluorada ayuda a reparar el esmalte, elimina las partículas de comida de los lugares difíciles de alcanzar y promueve

la producción de saliva, todo lo cual mantiene los dientes limpios y las bacterias dañinas a raya.

El esmalte es la capa mineral fina y dura que cubre los dientes, protegiéndolos de las caries y del estrés diario de masticar, morder, rechinar y crujir. Aunque el esmalte es uno de los materiales más fuertes y duros de su cuerpo, puede debilitarse, erosionarse o destruirse por los ácidos y azúcares en ciertos alimentos y bebidas y, una vez que se ha ido, no se puede regenerar [21,22].

La vitamina C y otros antioxidantes que se encuentran en las frutas ayudan a neutralizar las bacterias que se adhieren a la superficie de los dientes, a la espera de crear una caries. Las frutas ricas en estos nutrientes, como toronjas, naranjas, fresas, arándanos, kiwis y manzanas, pueden ayudar a promover una mejor salud bucal. Tenga en cuenta que las frutas muy ácidas, como los cítricos y los tomates, pueden erosionar el esmalte cuando se comen solas, así que asegúrese de comerlas como parte de una comida o cocinadas para eliminar parte de la acidez. Además, las frutas frescas siempre son una mejor opción que las frutas secas, que pueden ser pegajosas y contener una cantidad significativa de azúcar, sal u otros conservantes [23,24].

Los dientes necesitan una variedad de nutrientes y minerales para mantenerse fuertes, incluidos calcio, vitaminas A, C y D, proteínas y fósforo. Estos nutrientes pueden provenir de alimentos como huevos, carne magra, nueces, frijoles, vegetales de hoja verde y pescado. Los alimentos crujientes como las nueces y las zanahorias también pueden ayudar a fortalecer los dientes, pero evite picar hielo, que puede romper o agrietar el esmalte de los dientes y provocar caries [23].

Los alimentos que contienen mucha azúcar y poco valor nutricional, como dulces, golosinas e incluso bocadillos salados como galletas saladas o papas fritas, se encuentran entre los peores alimentos para la salud dental. Las grandes cantidades de azúcares y carbohidratos en estos alimentos se adhieren a los dientes, brindando un verdadero festín para las bacterias dañinas que causan la placa y las caries [24]. También se deben evitar las bebidas azucaradas como los refrescos y los jugos. A diferencia de comer alimentos azucarados, que permiten que el azúcar se adhiera a la superficie de los dientes, beber bebidas azucaradas permite que el azúcar limpie cada parte de los dientes y las encías, incluidos los espacios intermedios difíciles de alcanzar, lo que aumenta el riesgo de caries [24].

La salud dental de una persona se ve afectada no solo por lo que come y bebe, sino también por cuándo y con qué frecuencia lo consume. Los hábitos dietéticos y los factores que pueden afectar su probabilidad de desarrollar caries o caries incluyen: La

cantidad y la frecuencia de los alimentos que come una persona o las bebidas que bebe que son muy azucaradas, ricas en almidón o ácidas; Las combinaciones de alimentos que consume y/o el orden en que los come; La textura y composición del alimento, como si es sólido o no, de disolución lenta, pegajoso o líquido; Cualquier condición médica como trastornos de la alimentación o reflujo ácido que pueda debilitar los dientes y aumentar el riesgo de caries; Si se cepillas o no usas hilo dental después de las comidas; La frecuencia con la que merienda entre comidas y los tipos de alimentos que ingiere [22,24].

Los alimentos que son saludables para tu cuerpo serán saludables para tus dientes y viceversa. Elija alimentos frescos en lugar de alimentos envasados o procesados con la mayor frecuencia posible y limite sus opciones de bebidas a agua fluorada o té sin azúcar. Evite los alimentos y bebidas muy azucarados o con almidón, y trate de incluir alimentos ricos en vitaminas y nutrientes en cada comida. Y, sin importar qué tan saludable esté comiendo y bebiendo, asegúrese de mantener buenas prácticas de salud bucal, como cepillarse los dientes dos veces al día, usar hilo dental todos los días y limpiezas y exámenes dentales regulares [1,7,23].

3. ¿Por qué algunos alimentos son peores que otros?

Al evaluar qué tan malo es una comida, un refrigerio, un postre o una bebida para su salud dental, hay dos cosas principales a considerar. Dentro de nuestra boca viven más de 700 especies de bacterias, algunas que son útiles, otras que son dañinas [25]. Las bacterias dañinas descomponen los azúcares de los alimentos y las bebidas y los convierten en ácidos, que con el tiempo pueden extraer minerales esenciales de los dientes y provocar caries. Si no está atento a la limpieza, las bacterias también pueden formar una película blanda, o placa, en la superficie de los dientes, lo que puede exacerbar esa acidez y crear un entorno ideal para que proliferen aún más bacterias. Si la placa dental crece y se endurece lo suficiente, puede convertirse en sarro, lo que también puede irritar las encías y causar gingivitis [22,24].

Los alimentos azucarados, y en particular los compuestos de sacarosa o azúcar de mesa, son especialmente malos para los dientes porque las bacterias dañinas prosperan en ellos [23]. A menudo puede encontrar sacarosa en muchos alimentos procesados y bebidas azucaradas como dulces, pasteles, concentrados de jugo de frutas y refrescos. Además, cualquier alimento que sea pegajoso, pegajoso o masticable, como gomitas, frutas secas, jarabes y dulces, se atasca en los rincones y grietas de los dientes y en los espacios entre ellos. Cuando el exceso de azúcar permanece en los dientes, las bacterias dañinas pueden almacenarlo en sus células, como una despensa dentro de ellos y continuar produciendo ácido durante horas después de haber comido [24].

Ciertas bebidas, como las gaseosas azucaradas, los jugos, las bebidas energéticas y los batidos, también son grandes delincuentes. Se lavan los dientes en soluciones pegajosas y azucaradas, y además son ácidos. Nuestros dientes comienzan a romperse cuando el nivel de ácido en la boca cae por debajo de un pH de 5.5 y los refrescos tienden a tener un pH alrededor de 3 a 4. Otras bebidas carbonatadas como las gaseosas también son ácidas. También lo son los cafés y las bebidas alcohólicas que a menudo también se consumen con jarabes azucarados y batidos [22,24].

Algunas frutas frescas, verduras o alimentos ricos en almidón, como los cítricos, las papas, el arroz o incluso los plátanos, a menudo se consideran malos para los dientes porque pueden contener azúcares o ácidos que pueden desgastar los dientes. Pero también contienen nutrientes que mejorarán su salud en general, lo que a su vez puede beneficiar sus dientes. Si tiene surcos particularmente profundos en los dientes, o dientes que están muy en contacto entre sí, los alimentos masticables y pegajosos pueden ser más preocupantes para usted que para otros [24,26]. En cuyo caso, debe tener más en cuenta no solo su dieta sino también sus hábitos de limpieza. Mientras se cepille los dientes dos veces al día, una por la mañana y otra antes de acostarse, y use hilo dental todos los días, los beneficios nutricionales de esos alimentos superarán los riesgos de daño dental. Aunque cuando se trata de frutas, "es mejor comer la fruta que beberla", ya que muchos batidos de frutas comprados en la tienda o incluso caseros tienen azúcares de sacarosa agregados [3,26].

4. ¿Qué puedo hacer para prevenir la caries dental?

La buena noticia es que, además de cepillarse los dientes y usar hilo dental regularmente, existen algunas otras estrategias respaldadas por la ciencia que puede usar para mantener su salud dental bajo control. Evite los bocadillos y los sorbos [24]. La saliva, que ayuda a eliminar las partículas de comida persistentes, es una de las fuerzas más protectoras para los dientes. Remineraliza y fortalece el esmalte dental, y contiene bicarbonato, que ayuda a neutralizar la acidez de la boca. Pero cada vez que come o bebe, la saliva tarda entre 20 y 30 minutos en acumularse hasta niveles protectores, por lo que comer refrigerios o beber con frecuencia puede causar un desequilibrio [21,27].

Si es absolutamente necesario tomar esa bebida azucarada, trate de consumirla con una comida, o de una sola vez en lugar de acurrucarla todo el día. Preferiría que fuera un tragador y no un sorbo. Beber agua después de haber terminado con cualquier alimento o bebida que haya consumido también puede ayudar a eliminar los azúcares, agregó.

Limite su consumo de alcohol. Los bebedores empedernidos también deben tener cuidado, porque el alcohol puede inhibir la salivación regular, lo que dificulta que su cuerpo

limpie los residuos adheridos a sus dientes. Tenga en cuenta ciertas afecciones o efectos secundarios de los medicamentos [22]. Varias condiciones médicas, tratamientos y medicamentos, como tuberculosis, quimioterapia, diálisis, antihistamínicos y medicamentos para la presión arterial, pueden inhibir la producción de saliva o cambiar la calidad de la misma. Por lo que los afectados deben estar atentos a practicar una buena higiene dental [28,29].

Cambia por alternativas de azúcar. Cambiar sus bebidas azucaradas y refrigerios por sustitutos sin azúcar es un gran movimiento para sus dientes. Los sustitutos del azúcar como el aspartame o los alcoholes de azúcar no son metabolizados por bacterias como los azúcares normales, por lo que no contribuyen a la caries dental. Pero tenga en cuenta que los ácidos en los refrescos dietéticos aún causarán cierta desmineralización de sus dientes [23,28].

Mastica chicle sin azúcar con xilitol. De manera similar, "los alcoholes de azúcar como el xilitol que tienen actividad antimicrobiana" pueden ralentizar la producción de ácido de las bacterias de la boca. Se ha demostrado que el chicle sin azúcar con xilitol, cuando se mastica tres veces al día, aumenta el flujo salival y también tiene un efecto antimicrobiano. Así que si tienes antojo de algo dulce entre comidas, un chicle de xilitol sin azúcar es una de tus mejores opciones [21,27].

Bebe ciertos tipos de té. También hay evidencia de que los tés negro y verde pueden ayudar a prevenir la caries dental, ya que contienen flúor y tienen niveles de pH más altos. "Pero no agregue azúcar, por favor", agregó el Dr. de Aguiar Ribeiro. Hágase chequeos regulares. La caries dental es la enfermedad no transmisible más común en todo el mundo. Para la mayoría de las personas, hacerse chequeos dentales regulares cada seis meses es suficiente para detectar cualquier caries antes de que se vuelva demasiado grave. Ver a un profesional es importante, porque una vez que se ha formado una caries lo suficiente como para que usted la note, está bien entrado en caries dental. [21,25]

5. Conclusión

Los hábitos que son buenos para la salud dental generalmente son prácticas que son buenas para la salud en general. Comer menos alimentos procesados y azucarados, hacerse chequeos regulares cada seis meses y evitar los refrigerios entre comidas, especialmente si ese refrigerio es una comida o bebida azucarada o pegajosa, puede generar dividendos. No tienes que pensar demasiado, agregó.

Agregar buenos alimentos a su dieta puede marcar la diferencia en su salud bucal. También puede concentrarse en hábitos saludables, como limitar los refrigerios y limitar

el azúcar en su dieta. Asegurarse de incluir en su dieta verduras, productos lácteos bajos en azúcar o sin azúcar, frutas, proteínas magras y mucha agua es una excelente manera de prevenir las caries y promover la salud bucal.

Contribución de autores: Los autores participaron en todas las etapas del manuscrito.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Samuelson, G.; Grahnán, H.; Arvidsson, E. An epidemiological study of child health and nutrition in a northern Swedish county. VI. Relationship between general and oral health, food habits, and socioeconomic conditions. *Am. J. Clin. Nutr.* **1971**, *24*, 1361–1373, doi:<https://doi.org/10.1093/ajcn/24.11.1361>.
2. Lee, Y.J.; Lee, H.-K.H. The association between oral health and food avoidance among older adults in the United States. *Public Heal. Pract.* **2020**, *1*, 100011, doi:<https://doi.org/10.1016/j.puhip.2020.100011>.
3. Testa, A.; Ganson, K.T.; Jackson, D.B.; Bojorquez-Ramirez, P.; Weiser, S.D.; Nagata, J.M. Food insecurity and oral health care experiences during pregnancy: Findings from the Pregnancy Risk Assessment Monitoring System. *J. Am. Dent. Assoc.* **2022**, *153*, 503–510, doi:<https://doi.org/10.1016/j.adaj.2021.12.010>.
4. Pyenson, N.D.; Koch, P.L. Oh, the shark has such teeth: Did megatooth sharks play a larger role in prehistoric food webs? *Sci. Adv.* **2022**, *8*, eadd2674.
5. Martini, D.; Galli, C.; Guareschi, C.; Angelino, D.; Bedogni, G.; Biasini, B.; Zavaroni, I.; Pruneti, C.; Ventura, M.; Galli, D.; et al. Claimed effects, outcome variables and methods of measurement for health claims on foods proposed under Regulation (EC) 1924/2006 in the area of oral health. *NFS J.* **2018**, *10*, 10–25, doi:<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2017.12.001>.
6. Lin, C.-C.; Kumar, K.J.S.; Liao, J.-W.; Kuo, Y.-H.; Wang, S.-Y. Genotoxic, teratotoxic and oral toxic assessments of *Antrodia cinnamomea* health food product (Leader Deluxe *Antrodia cinnamomea*®). *Toxicol. Reports* **2015**, *2*, 1409–1417, doi:<https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2015.10.007>.
7. Signoretto, C.; Canepari, P.; Pruzzo, C.; Gazzani, G. 12 – Anticaries and antiadhesive properties of food constituents and plant extracts and implications for oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.–F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 240–262 ISBN 978-1-84569-418-0.
8. Greenman, J.; Mostefa Saad, S.B. 6 – Relating breath malodour to food constituents and oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.–F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 100–133 ISBN 978-1-84569-418-0.
9. Godfray, H.C.J.; Beddington, J.R.; Crute, I.R.; Haddad, L.; Lawrence, D.; Muir, J.F.; Pretty, J.; Robinson, S.; Thomas, S.M.; Toulmin, C. Food security: the challenge of feeding 9 billion people. *Science (80-.)*. **2010**, *327*, 812–818.
10. Lefèvre, C.; Rekik, F.; Alcantara, V.; Wiese, L. *Soil organic carbon: the hidden potential*; Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2017; ISBN 9251096813.
11. Okumus, B.; Ozturk, A.B. The impact of perceived stress on US millennials' external and emotional eating behavior. *Br. Food J.* **2021**, *123*, 1–11, doi:10.1108/BFJ-07-2019-0490.
12. Choi, S.-H.; Kim, J.-S.; Cha, J.-Y.; Hwang, C.-J. Effect of malocclusion severity on oral

- health-related quality of life and food intake ability in a Korean population. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* **2016**, *149*, 384–390, doi:https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2015.08.019.
13. Namin, A.; Ratchford, B.T.; Saint Clair, J.K.; Bui, M. (Myla); Hamilton, M.L. Dine-in or take-out: Modeling millennials' cooking motivation and choice. *J. Retail. Consum. Serv.* **2020**, *53*, 101981, doi:https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2019.101981.
 14. Barrientos, L.D.P.; Oquendo, J.D.T.; Garzón, M.A.G.; Álvarez, O.L.M. Effect of the solar drying process on the sensory and chemical quality of cocoa (*Theobroma cacao* L.) cultivated in Antioquia, Colombia. *Food Res. Int.* **2019**, *115*, 259–267, doi:https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.084.
 15. Langeland, A.L.; Hardin, R.D.; Neitzel, R.L. Mercury Levels in Human Hair and Farmed Fish near Artisanal and Small-Scale Gold Mining Communities in the Madre de Dios River Basin, Peru. *Int. J. Environ. Res. Public Heal.* **2017**, *14*.
 16. Edgar, M. 8 - Diet, functional foods and oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Remacle, C., Reusens Ageing and Degenerative Disease, B.B.T.-F.F., Eds.; Woodhead Publishing, 2004; pp. 184–199 ISBN 978-1-85573-725-9.
 17. Lino, A.S.; Kasper, D.; Guida, Y.S.; Thomaz, J.R.; Malm, O. Total and methyl mercury distribution in water, sediment, plankton and fish along the Tapajós River basin in the Brazilian Amazon. *Chemosphere* **2019**, *235*, 690–700, doi:10.1016/j.chemosphere.2019.06.212.
 18. Verma, J.P. Functional importance of the plant microbiome: Implications for agriculture, forestry and bioenergy: A book review. *J. Clean. Prod.* **2018**, *178*, 877–879, doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.043.
 19. Hillel, D.; Rosenzweig, C.B.T.-A. in A. The Role of Biodiversity in Agronomy. In: Academic Press, 2005; Vol. 88, pp. 1–34 ISBN 0065-2113.
 20. Nelson, G.; Rosegrant, J.; Koo, R.; Robertson, T.; Sulser, T.; Zhu, C.; Ringler, S.; Msangi, A.; Palazzo, M.; Batka, M.; et al. *Cambio Climático El impacto en la agricultura y los costos de adaptación*; International Food Policy Research Institute (IFPRI), 2009; ISBN 978-0-89629-537-7.
 21. Wu, C.D.; Wei, G. 19 - Tea as a functional food for oral health. In *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition*; Wilson, M.B.T.-F.C. and O.H., Ed.; Woodhead Publishing, 2009; pp. 396–417 ISBN 978-1-84569-418-0.
 22. Lingstrom, P.; Van Houte, J.; Kashket, S. Food starches and dental caries. *Crit. Rev. Oral Biol. Med.* **2000**, *11*, 366–380.
 23. Chi, D.L.; Dinh, M.A.; da Fonseca, M.A.; Scott, J.M.; Carle, A.C. Dietary Research to Reduce Children's Oral Health Disparities: An Exploratory Cross-Sectional Analysis of Socioeconomic Status, Food Insecurity, and Fast-Food Consumption. *J. Acad. Nutr. Diet.* **2015**, *115*, 1599–1604, doi:https://doi.org/10.1016/j.jand.2015.02.011.
 24. Bica, I.; Cunha, M.; Reis, M.; Costa, J.; Costa, P.; Bica, A. Food consumption, body mass index and risk for oral health in adolescents. *Atención Primaria* **2014**, *46*, 154–159, doi:https://doi.org/10.1016/S0212-6567(14)70084-8.
 25. Noronha, T.G.; Knorst, J.K.; Godois, L. da S.; Emmanuelli, B.; Ardenghi, T.M.; Tomazoni, F. Sense of coherence moderates the relationship between perceived racial discrimination and oral health-related quality of life in schoolchildren. *J. Dent.* **2023**, *131*, 104432, doi:https://doi.org/10.1016/j.jdent.2023.104432.
 26. Bengtsson, U.G.; Hylander, L.D. Increased mercury emissions from modern dental amalgams. *BioMetals* **2017**, *30*, 277–283, doi:10.1007/s10534-017-0004-3.
 27. Assad-Bustillos, M.; Tournier, C.; Septier, C.; Della Valle, G.; Feron, G. Relationships of oral

- comfort perception and bolus properties in the elderly with salivary flow rate and oral health status for two soft cereal foods. *Food Res. Int.* **2019**, *118*, 13–21, doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.057>.
28. Laventure, A.; Lauwers, L.; Nicot, R.; Kyheng, M.; Ferri, J.; Raoul, G. Autogenous bone grafting with conventional implants vs zygomatic implants for atrophic maxillae: a retrospective study of the oral health-related quality of life. *J. Stomatol. Oral Maxillofac. Surg.* **2022**, *123*, e782–e789, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jormas.2022.06.028>.
29. Choong, E.K.M.; Shu, X.; Leung, K.C.M.; Lo, E.C.M. Oral health-related quality of life (OHRQoL) after rehabilitation with removable partial dentures (RPDs): A systematic review and meta-analysis. *J. Dent.* **2022**, *127*, 104351, doi:<https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.104351>.



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

Estudio comparativo entre estructuras metálicas, utilizando riostras de pandeo restringido (BRB) y disipadores (SLB)

Diego D. Guilcaso Tipan ¹  Sofía A. Gordón Pinos ¹  David P. Guerrero Cuasapaz ¹ 

¹ Universidad Politécnica Salesiana, Departamento de Ingeniería Civil – Quito, Ecuador.

✉ Correspondencia: dguerrero@ups.edu.ec  + 593 99 576 1929

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61057>

Resumen: Ecuador se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico y al verse afectado por grandes terremotos ha optado por la implementación de nuevas tecnologías estructurales, una de estas son los disipadores de energía. Por esta razón es que el presente artículo tiene el objetivo de realizar un análisis comparativo entre disipadores sísmicos tipo SLB y riostras de pandeo restringido BRB, el cual parte de modelos base tomados de Yaguana et al. los cuales tienen una composición estructural metálica y ocupación esencial. Para visualizar los efectos de los dispositivos antes mencionados se modelaron en total seis edificaciones dividiéndolas en tres para cada disipador, luego se los sometieron a un análisis estático y análisis modal espectral. Teniendo en cuenta que los disipadores actúan en el rango no lineal se optó por un análisis Pushover considerando el reglamento FEMA y ASCE 41-13 con el fin de obtener la curva de capacidad y nivel de desempeño. Con los resultados obtenidos se ha demostrado que los disipadores SLB tienen un rendimiento superior, logrando una reducción del 50 % en la deriva en un edificio de cuatro niveles en comparación con los disipadores BRB, siendo esta una de las más representativas entre ambos disipadores.

Palabras claves: Análisis no lineal, Buckling Restrained Braces, Curva histerética, Pushover, Shear Link Bozzo, Rotula plástica.

Comparative study between steel structures using restricted buckling braces (BRB) and dissipators (SLB)

Abstract: Ecuador is located in an area of high seismic risk and, being affected by large earthquakes, has opted for the implementation of new structural technologies, one of these being energy dissipaters. For this reason, the objective of this paper is to carry out a comparative analysis between SLB type seismic dissipaters and BRB restrained buckling braces, which starts from base models taken from Yaguana et al. which have a metallic structural composition and essential occupation. To visualize the effects of the aforementioned devices, a total of six buildings were modeled, dividing them into three



Cita: Guilcaso Tipan, D. D., Gordón Pinos, S. A., & Guerrero Cuasapaz, D. P. (2023). Estudio comparativo entre estructuras metálicas, utilizando riostras de pandeo restringido (BRB) y disipadores (SLB). Green World Journal, 6(1), 57. <https://doi.org/10.53313/gwj61057>

Received: 29/Feb/2023

Accepted: 10/Apr/2023

Published: 18/Apr/2023

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

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



© 2023 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).

for each dissipater, and then they were subjected to a static analysis and spectral modal analysis. Considering that the dissipaters act in the non-linear range, a Pushover analysis was chosen considering the FEMA and ASCE 41-13 regulations in order to obtain the capacity curve and performance level. With the results obtained, it has been demonstrated that SLB heatsinks have a superior performance, achieving a 50 % reduction in drift in a four-story building compared to BRB heatsinks, being one of the most representative between both heatsinks.

Keywords: Nonlinear Analysis, Buckling Restrained Braces, Hysteretic Curve, Pushover, Shear Link Bozzo, Plastic Rotula.

1. Introducción

Los disipadores sísmicos tienen como función absorber la mayor parte de energía sísmica, evitando sobreesfuerzos en los elementos estructurales y deformaciones inelásticas [1], verificando si el desempeño logra cumplir los requisitos de la norma vigente NEC-SE-DS 2015 [2], evitando el colapso de la estructura.

Los Dispositivos Shear Link Bozzo (SLB) son elementos de acero fabricados mediante una placa metálica vertical reforzada horizontalmente, como se muestra en la Figura 1. Este diseño permite reducir las fuerzas inducidas por terremotos de gran magnitud. Este sistema es único en su capacidad de disipar energía por corte y flexión, actuando como una articulación plástica. En caso de un fallo dúctil, la conexión SLB no representa un peligro para la seguridad total de la estructura. De esta manera, los efectos de los movimientos sísmicos son transferidos desde la estructura a estos puntos diseñados específicamente para ese propósito, evitando daños en las edificaciones [3].



Figura 1. Disipador SLB [4]

Las Riostras de Pandeo Restringido brindan una mayor ductilidad y funcionan únicamente en tensión y compresión. Su función principal es absorber energía sísmica y la disipa mediante la plastificación del metal con el calor, incluso llega a destruirse por completo, protegiendo a la estructura principal compuesta por columnas, vigas y viguetas, manteniendo un rango elástico y evitar cualquier tipo de daño.

El disipador mencionado anteriormente, como se puede ver en la Figura 2, representan una innovación en el diseño estructural. Mejoran la ductilidad y el hiperestatismo al mantener la estructura rígida. En caso de un evento sísmico de alto riesgo, estos dispositivos actúan en el rango no lineal, causando deformaciones en los dispositivos de amortiguación y minimizando el riesgo de daños graves en la estructura [5].

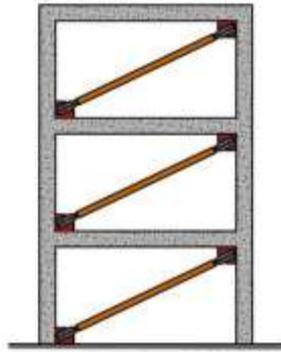


Figura 2. Rioristras de pandeo restringido (diagonal simple) [1]

En la Figura 3 se puede apreciar la composición de los disipadores BRB, se forma por una barra de acero, con un núcleo encamisado por un tubo repleto de hormigón, Este sistema está desacoplado axialmente del mecanismo de restricción, creando un espacio entre ellos. Esto permite que la expansión de Poisson del núcleo en compresión se acomode sin que el mecanismo de restricción se mueva significativamente. Como resultado, tiene una mayor resistencia a la compresión en comparación con la tensión [6].



Figura 2. Descripción general de una rioristra de pandeo restringido -BRB-

Figura 3. Composición de los BRB [7]

El análisis Pushover no lineal estático se lleva a cabo mediante la aplicación de cargas gravitacionales sobre una estructura previamente modelada, en las cuales se producen las primeras deformaciones, por consiguiente, actúan las cargas laterales que se van incrementando de manera secuencial en una dirección, debido a esto se forma la primera rotula plástica y se presenta en la estructura una redistribución de rigidez [8]. Aquel es un proceso que tiene como consecuencia el colapso de la estructura y permite identificar los problemas de desempeño sísmico a través de la curva de capacidad, que se puede observar en la Figura 4. De esta manera, se obtiene una comprensión más precisa del rendimiento de la estructura durante un sismo.

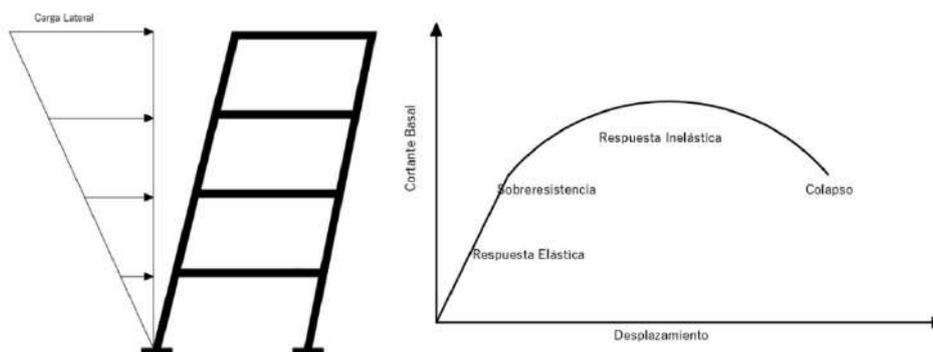


Figura 4. Proceso análisis Pushover

Teniendo en cuenta los aspectos antes mencionados, se llevará a cabo un análisis comparativo utilizando disipadores SLB de tercera generación [9], con una configuración tipo chevron y rioristras

de pandeo restringido (BRB), en forma diagonal, colocada en dos nudos del entrepiso. Y a su vez se someterá un análisis no lineal Pushover, para determinar el nivel de desempeño de la edificación.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se basó en los modelos de Yaguana et al. [10], los cuales comprendieron seis edificaciones en total, distribuidas equitativamente entre SLB y BRB. Estas edificaciones presentan una altura de 18 m, 36 m y 54 m, y cuentan con una regularidad en planta y elevación. Además, se encuentran establecidas sobre un suelo tipo "D", con un factor de reducción de resistencia sísmica $R=8$. Ubicados en la ciudad de Quito (Ecuador), consideradas edificaciones de uso esencial. En la Tabla 1 se aprecia las características geométricas de los modelos analizados y en la Figura 5 se observa a la edificación analizada en planta.

Tabla 1. Características de los modelos analizados

Descrip.	Edificio 1-	Edificio 3-	Edificio 5-	Unidad
	2 SLB/BRB	4 SLB/BRB	6 SLB/BRB	
Número de vanos	5	5	5	U
Luz de vanos	9	9	9	M
Altura entrepiso	4,5	4,5	4,5	M
Altura total	18	36	54	M
Número de pisos	4	8	12	Nivel
Área planta tipo	2025	2025	2025	m ²

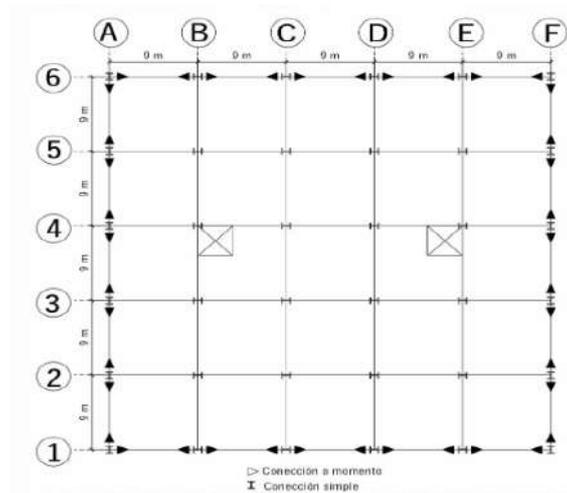


Figura 5. Planta genérica de edificio con pórticos de acero estructural.

Los componentes de los edificios tales como las columnas, vigas principales, viguetas y losas con placa colaborante, están fabricadas en acero. Estas propiedades se pueden consultar en la Tabla 2.

Tabla 2. Características físicas de los materiales

Material	Valor
f'c (Losa)	240 kg/cm ²
fy (Deck)	2600 kg/cm ²
fy (ASTM 36)	2531,35 kg/cm ²
fy (ASTM 572 Gr.50)	3515,35 kg/cm ²
γ Hormigón	2400 kg/m ³
γ Acero	7850 kg/m ³
E acero	2100000 kg/cm ²

Se utilizó una carga permanente de entrepiso de 3,51 kN/m² y para cubierta un valor de 0,19 kN/m² considerando instalaciones eléctricas, de saneamiento, de gas, etc. De igual manera se utilizó una carga viva de entrepiso de 2,90 kN/m² destinada para quirófanos convencionales y laboratorios, por último, para cubierta una carga de 0,70 kN/m² puesto que es inaccesible, estos valores fueron obtenidos de la NEC-SE-CG [2], previo a un análisis de cargas.

En la Figura 6 se aprecia la configuración estructural en elevación.

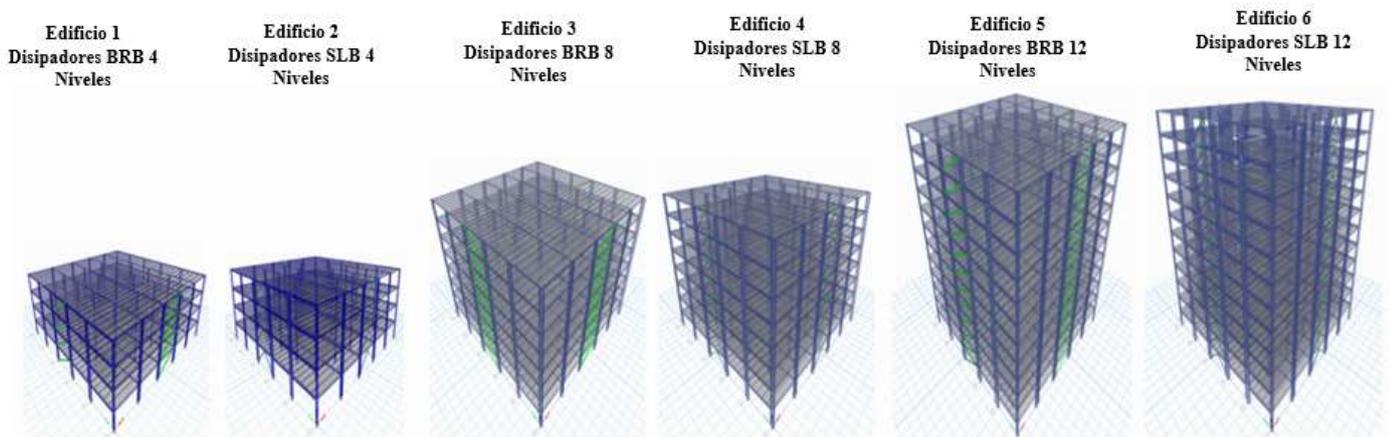


Figura 6. Modelaciones de cuatro, ocho y doce Pisos con disipadores SLB y BRB (Etabs 19)

2.1. Verificación del diseño sismorresistente

Se realizó las verificaciones respectivas a las modelaciones propuestas por Yaguana et al. [10] basada en la NEC-SE-DS [2] la cual se tomará en cuenta los criterios siguientes: Espectro de diseño elástico e inelástico, masa modal participativa, periodos de vibración, derivas de piso inelásticas, desplazamientos y cortantes máximos. Se determinó que los modelos propuestos por Yaguana et al. [10] cumplen con los estándares de diseño necesarios.

2.2. Torsión inducida

Los edificios están diseñados para uso esencial, por lo tanto, se ha planteado una distribución irregular de sobrecarga permanente en cada nivel de la estructura, aquella distribución se puede observar en la Figura 7, que pertenece a la sobrecarga de entrepiso de todos los niveles.

basándonos en la NEC-SE-CG [2] se tomó en cuenta la siguiente sobrecarga adicional: 1.08 kN/m² en los cuales se colocará quirófanos de alta tecnología y en los paneles restantes serán utilizados como pasillos, para el tránsito peatonal. Además, la Figura 8 muestra que la distribución de sobrecargas adicionales en la terraza será de 1,96 kN/m², debido a la presencia de equipos complementarios, tales como sistemas de ventilación, reservas de agua y oxígeno, entre otros.

El objetivo de agregar sobrecargas a las estructuras es generar torsión inducida. Para controlar su comportamiento en translación y rotación.

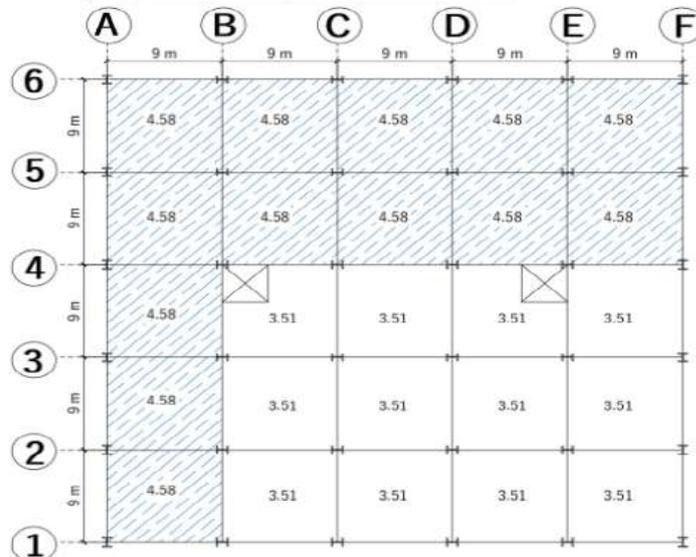


Figura 7. Distribución de sobrecarga permanente de entrepiso

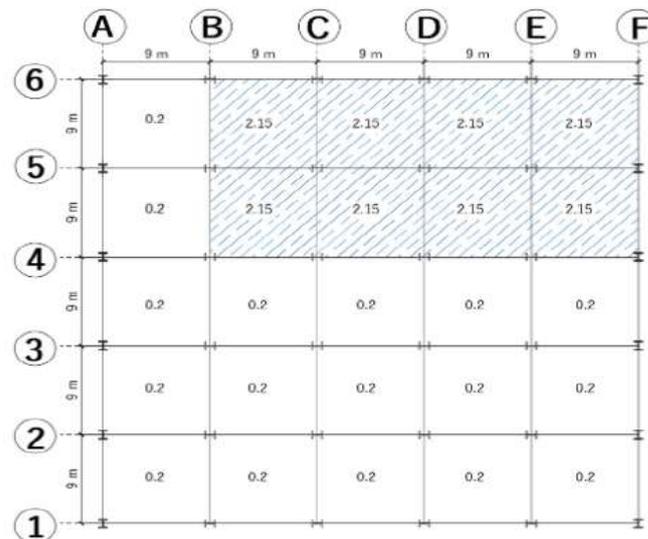


Figura 8. Distribución de sobrecarga muerta en la cubierta

2.3. Modelos estructurales utilizando disipadores SLB

Este sistema estructural funcionó como un pórtico arriostrado, compuesto por elementos concéntricos (SCBF), gracias a las barras de refuerzo conectadas en la parte inferior del dispositivo. Esta configuración brinda una capacidad significativa de deformación inelástica al trabajar en conjunto de riostras y dispositivo SLB [11].

Dado que la modelación de este dispositivo SLB se realiza utilizando un enfoque de Link, la verificación del índice demanda/capacidad se llevó a cabo mediante dos métodos de prediseño: el método directo e inverso, tal y como lo dicta el manual de análisis y diseño que utiliza disipadores sísmicos tipo SLB [12].

En la Tabla 3 se indica el procedimiento y cumplimiento de selección de disipadores por medio del método de iteración directa, el cual se basa en iterar una serie de análisis de tipo lineal, llevando así a asignar dispositivos según la fuerza cortante obtenida por cada iteración, hasta que el cortante obtenido cumpla con la índice demanda/capacidad de 1,50 con la fuerza de fluencia del disipador [12]. Este procedimiento se lo llevo a cabo para cada uno de los edificios, cabe recalcar que para fines prácticos se indica el cálculo en un solo eje de elevación, del edificio de cuatro niveles.

Tabla 3. Proceso de selección de disipadores SLB método directo, edificio 4 niveles

Edificación	Elevación (m)	Link	Iteración Inicial			Iteración Final			Control	
			V (kN)	SLB	Fy (kN)	V (kN)	SLB	Fy (kN)	D/C	
Edificación 4 Niveles	18	K1	3578,79	3xSLB4 40_8	1537,45	2028,11	3xSLB4 40_9	1673,12	1,21	OK
	13,5	K2	846,05	SLB3 6_2/1,25	28,48	4838,29	3xSLB4 65_12	3584,18	1,35	OK
	9	K3	856,49	SLB3 6_2/1,25	28,48	5799,71	3xSLB4 65_14	4069,56	1,43	OK
	4,5	K4	3816,09	3xSLB4 40_10	1803,94	2877,24	3xSLB4 50_12	2652,23	1,08	OK

En la Tabla 4 se indica el procedimiento y cumplimiento de ajuste en selección de disipadores por medio del método de iteración inversa, el cual consiste en limitar la fuerza cortante en el tamaño de los dispositivos, calculando una rigidez ficticia y ajustando lo máximo posible la capacidad resistente de los elementos que llega a soportar el disipador, evitando así su fallo antes que pueda alcanzar su fuerza de cortante máximo.

En cada paso a seguir, se debe verificar la rigidez ficticia obtenida utilizando la ecuación (1).

$$Kf = 1.15 \frac{Fy}{defdisp} \quad (1)$$

Donde:

Fy: fuerza de fluencia del dispositivo

1,15: factor de seguridad adicional

defdisp: desplazamiento del dispositivo

Kf: rigidez ficticia

Lo indicado anteriormente se realiza con el fin de obtener un mejor ajuste de desempeño sísmico en estos dispositivos.

Para que cumpla las condiciones mencionadas del índice demanda/capacidad debe encontrarse entre 1,10 y 1,40 para que el disipador no se sobredimensione.

Tabla 4. Proceso de selección de disipadores SLB método inverso, edificio 4 niveles

Edificación	Elevación (m)	Link	Iteración Inicial				Iteración Final					
			SLBF	V2 (KN)	D/C	Dy (cm)	SLBF	V2 (KN)	D/C	K1 (kN/cm)	Kf (kN/cm)	
Edificación 4 Niveles	18	K1	3xSLB4 40_9	2028,11	1,21	0,07	3xSLB4 40_9	1997,37	1,19	OK	27764,58	27684,69
	13,5	K2	3xSLB4 65_12	4838,29	1,35	0,08	3xSLB4 65_12	4972,21	1,39	OK	53599,51	53047,65
	9	K3	3xSLB4 65_14	5799,71	1,43	0,08	3xSLB4 40_10	5651,70	1,39	OK	58353,98	25927,92
	4,5	K4	3xSLB4 50_12	2930,90	1,08	0,06	3xSLB4 65_12	2954,14	1,11	OK	49594,53	66018,69

2.4. Modelos estructurales utilizando riostras de pandeo restringido (BRB)

Este sistema estructural funcionó como un pórtico arriostrado con pandeo restringido (BRBF), ubicado diagonalmente en este caso. Esta configuración brinda una capacidad significativa de deformación inelástica, gracias principalmente a la elasticidad de las barras de refuerzo en tracción y compresión [13].

Los BRB funcionan de manera autónoma, como un sistema de arriostramiento, sin necesidad de conectores adicionales para estabilizar el pórtico principal. El núcleo de acero es uniforme en cuanto a su grado de plastificación [13], como se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Conexión articulada por pasador [14]

Para este caso se implementaron disipadores Star BRB [15] debido a que se modela como un elemento tipo Frame, la verificación del índice demanda/capacidad, tendrán valores aproximados a 1,00 como se puede apreciar en la Figura 10, la cual permite visualizar si la sección es óptima o no.

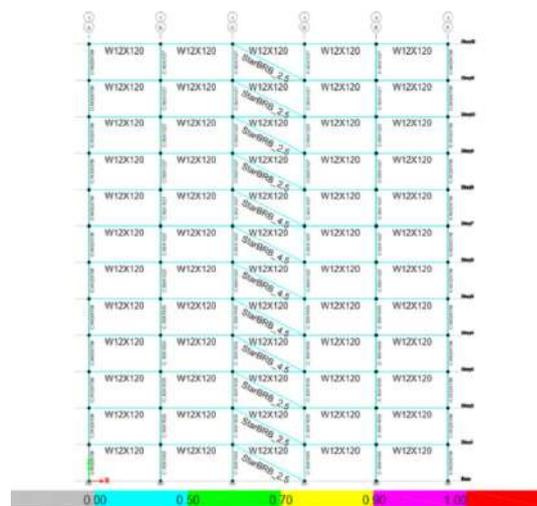


Figura 10. Índice demanda/capacidad 12 niveles, eje 1 (Etabs 19).

2.5. Curva Histerética

Su principal objetivo es indicar las deformaciones inelásticas del material, buscando un comportamiento histerético estable a través de la representación de fuerza vs desplazamiento. La curva histerética se compone de tres regímenes los cuales son: Elástico, plástico y daño.

La curva histerética se genera a raíz de la disipación de energía por parte de dispositivos como los BRB y SLB. La plastificación sufre la influencia de un evento sísmico cuando alcanza el rango no lineal. Normalmente actúa de manera elástica, lo que le permite resistir las cargas laterales y los movimientos vibratorios provocados por los sismos y el viento. Sin embargo, en caso de terremotos severos, se comporta de manera inelástica y disipa la energía sísmica [16].

La principal ventaja que produce una riostra BRB ante los sistemas convencionales es que produce un mayor nivel de ductilidad y absorción de energía, esto se produce debido a que la configuración de encamisado permite que tenga un mejor desarrollo tanto tracción como a compresión producto de la ausencia de pandeo o inestabilidades, lo que genera ciclos de histéresis estables y continuos en ambas direcciones de carga generando capacidades axiales idénticas como se indica en la Figura 11, en comparación con los sistemas típicos de protección contra sismos, no se observa una disminución significativa en la rigidez o resistencia [17].

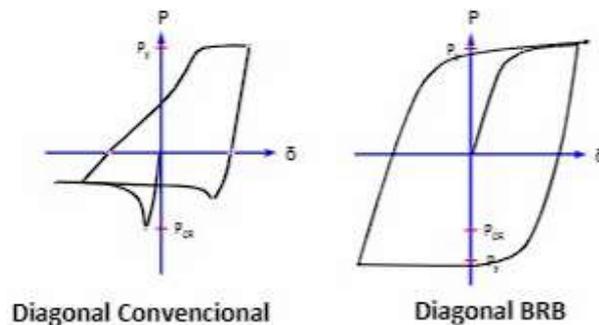


Figura 11. Curva histerética BRB [15]

Los disipadores SLB tienen como ventaja llevar a cabo un porcentaje histerético que ofrece el acero en el rango inelástico, el cual disipa la energía que se introduce en el sistema, disminuyendo su respuesta estructural en los elementos principales que se presenta en la estructura [18].

Especialmente los disipadores SLB prevalecen la deformación por corte en el rango plástico y así disipa energía mediante el alma del dispositivo, Tal como se puede notar en la Figura 12.

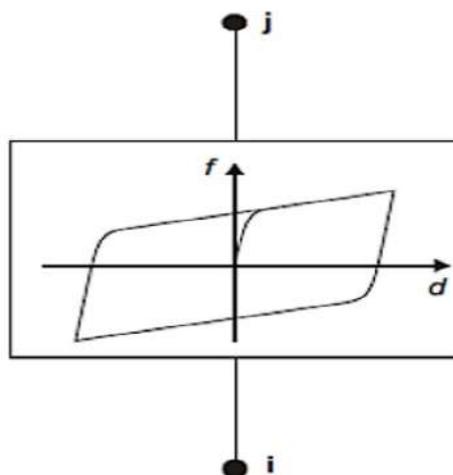


Figura 12. Curva histerética SLB [19]

2.6. Análisis estático no lineal (Pushover)

Se realizó un análisis no lineal y se tomó las recomendaciones del ASCE/SEI 41-13 [20]. Este análisis sirve para determinar la curva de capacidad de la estructura. Se aplica un patrón de cargas laterales que se van incrementando mediante el alcance de un estado límite, llamado punto de desempeño o condición de falla. Cabe destacar que se produce una reducción de rigidez relevante y resistencia, la estructura llega a incursionar en el rango inelástico en proporción a la ductilidad [21].

Actualmente, existen varias técnicas de análisis no lineal disponibles. Una de las más utilizadas es el método de coeficiente de desplazamiento, que se presenta en el FEMA-356 [22]. Este procedimiento numérico permite estimar la demanda de desplazamiento a través de la representación de una curva bilineal, como se muestra en la figura 13. Se utilizan diversos factores o coeficientes para encontrar el desplazamiento objetivo, haciendo que este método sea una opción efectiva en la resolución de problemas no lineales [21].

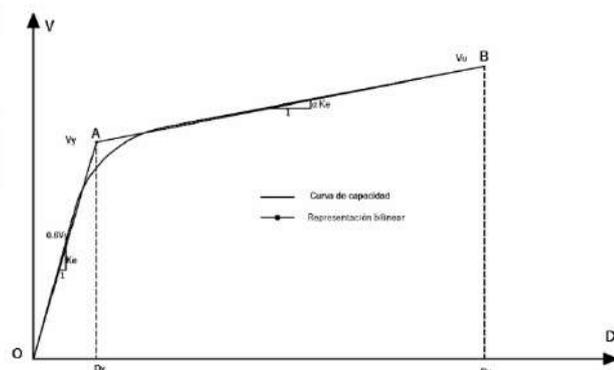


Figura 13. Representación bilineal de la Curva de Capacidad (FEMA 273) [23]

Por otro lado, el método del espectro de capacidad, aquel consiste en comparar la curva de capacidad y el espectro de diseño, para la determinación del punto de desempeño de la estructura bajo la acción sísmica, cuyo diagrama corresponde a aceleración vs desplazamientos espectral [24].

En esta investigación, se adoptó el método Pushover para analizar la variación de carga y deformación lateral durante una acción sísmica.

Este método nos brinda la ventaja de visualizar la secuencia de aparición de grietas, rotulas plásticas y fallos en elementos, hasta el colapso total de la estructura más allá del rango inelástico [25].

Los niveles de desempeño corresponden a una combinación de los niveles utilizados para los elementos estructurales, estos niveles se designarán alfanuméricamente con un número que represente el nivel de desempeño estructural y una letra que represente el nivel de desempeño no estructural, como se indica en la Tabla 5 y el Figura 14, se muestra un esquema del comportamiento de una estructura y su influencia a nivel de reparación.

Tabla 5. Niveles de desempeño

Niveles de desempeño del objetivo			
Niveles de desempeño no estructural	Ocupación inmediata	Seguridad de vida	Seguridad limitada
Operacional	Operacional 1-A	no recomendado	no recomendado
Ocupacional inmediata	Ocupación inmediata 1-B	3-B	no recomendado
Seguridad de vida	1-C	Seguridad de vida 3-C	5-C

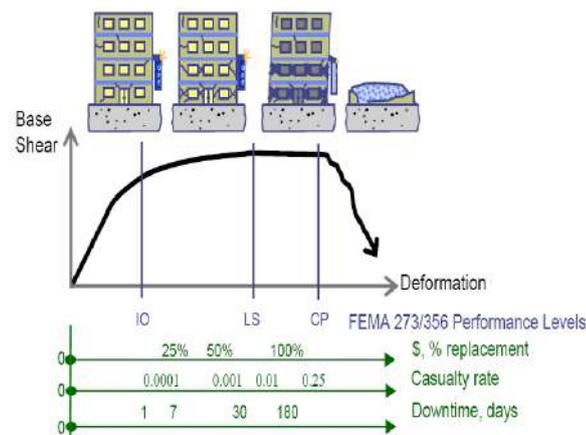


Figura 14. Curva de ocupación [26]

El punto de desempeño nos indica la capacidad sísmica de la estructura, cuando esta es igual a la demanda sísmica impuesta de un sismo [27].

Para la determinación de punto de desempeño, se utilizó el proceso de linealización equivalente, establecido en el FEMA 356 [22], obtenido por medio del paquete computacional Etabs 19.

3. Resultados y Discusión

Con el fin de comparar el desempeño de estructuras metálicas que utilizan riostras de pandeo restringido (BRB) y disipadores (SLB), se obtuvieron resultados sobre los requerimientos de diseño para ambos sistemas [19].

3.1. Periodos de vibración

En este estudio, se determinaron los periodos de vibración mediante un análisis estático y modal espectral. Los valores obtenidos para los disipadores SLB en edificaciones de cuatro, ocho y doce niveles se presentan en la Tabla 6, respectivamente, mientras que en la Tabla 7 se indican los valores obtenidos de los disipadores BRB, en las edificaciones de cuatro, ocho y doce niveles respectivamente.

La Norma Ecuatoriana de la Construcción indica que el periodo obtenido no debe ser mayor a un 30 % a un valor calculado aproximado por el método 1, el cual se puede observar que se cumple [2].

Tabla 6. Resultados de Periodos de vibración disipadores (SLB)

Niveles	Modo	Periodo (s)	UX	UY
Edificio 4 niveles	1	0,549	0,799	0,000
	2	0,523	0,000	0,815
	3	0,336	0,002	0,112
Edificio 8 niveles	1	1,198	0,000	0,746
	2	1,136	0,711	0,000
	3	0,791	0,002	0,000
Edificio 12 niveles	1	1,605	0,699	0,000
	2	1,473	0,000	0,723
	3	1,141	0,002	0,000

Tabla 7. Resultados de Periodos de vibración disipadores (BRB)

Niveles	Modo	Periodo (s)	UX	UY
Edificio 4 niveles	1	0,700	0,000	0,800
	2	0,635	0,789	0,000
	3	0,427	0,789	0,000
Edificio 8 niveles	1	1,163	0,718	0,000
	2	1,102	0,000	0,744
	3	0,766	0,002	0,000
Edificio 12 niveles	1	1,606	0,701	0,000
	2	1,499	0,000	0,729
	3	1,140	0,002	0,000

La implementación de estos dispositivos ha demostrado resultados interesantes en cuanto a los periodos obtenidos. Se puede apreciar que, en edificios de ocho y doce niveles, los periodos son similares tanto con disipadores SLB como con disipadores BRB. Sin embargo, en el caso de la edificación de 4 niveles, se registró un aumento del 21 % en el periodo, pasando de 0,549 s con disipadores SLB a 0,7 s con disipadores BRB. Además, cabe destacar que ambos tipos de disipadores produjeron importantes cambios en los modos de vibración tanto para rotación como para traslación.

3.2. Derivas inelásticas

Las derivas de piso permiten controlar los desplazamientos laterales, protegiendo a los elementos que forman la estructura.

La normativa ecuatoriana NEC-SE-DS [2] dicta que la deriva máxima para cualquier piso no excederá el 2 % de la altura de piso.

Los resultados obtenidos se pueden ver claramente en la Figura 15 y en la Tabla 8. Se observa que, en el edificio de cuatro pisos, el uso de los disipadores sísmicos SLB produce una reducción significativa tanto en el eje X-X como en el eje Y-Y, con un decremento del 27 % y 50 %, respectivamente.

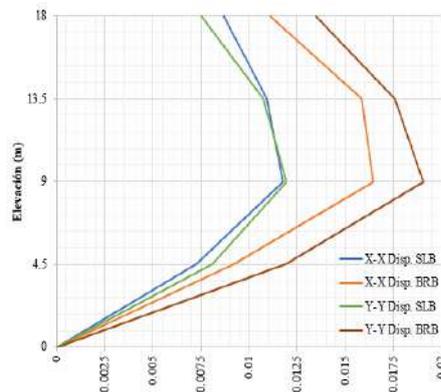


Figura 15. Derivas inelásticas SLB – BRB 4 niveles

Tabla 8. Comparativa BRB y SLB 4 niveles

Deriva Inelástica Máxima			
Eje	BRB	SLB	% Reducción
X	0,0165	0,0120	27
Y	0,0190	0,0095	50

Los resultados obtenidos en el edificio de ocho pisos, según se muestra en la Figura 16 y la Tabla 9, indican un descenso del 4 % en el eje X-X cuando se utilizan los disipadores sísmicos SLB, aunque no es una reducción particularmente significativa. Sin embargo, para el eje Y-Y, los disipadores BRB logran una reducción del 19 %, lo que demuestra un mejor rendimiento.

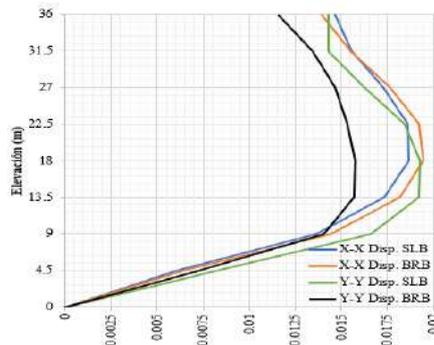


Figura 16. Derivas inelásticas SLB – BRB 8 niveles

Tabla 9. Comparativa BRB y SLB 8 niveles

Deriva Inelástica Máxima			
Eje	BRB	SLB	%
X	0,0195	0,0187	4 Reducción
Y	0,0157	0,0193	19 Incremento

En el caso del edificio de doce pisos, como se muestra en la Figura 17 y en la Tabla 10, se nota que no hay una gran diferencia en los pórticos situados en los ejes X-X y Y-Y. La diferencia obtenida es de solo 1 % en ambos casos, lo que indica que la eficacia en el control del desplazamiento es similar.

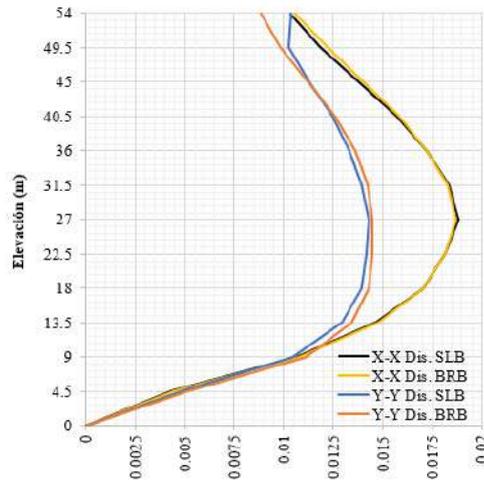


Figura 17. Derivas inelásticas SLB – BRB 12 niveles

Tabla 10. Comparativa BRB y SLB 12 niveles

Eje	Deriva Inelástica Máxima		
	BRB	SLB	% Reducción
X	0,019	0,019	1
Y	0,015	0,014	2

Los disipadores sísmicos SLB demuestran ser efectivos en cada una de las estructuras edilicias. Con su implementación, se asegura la prevención del exceso de desplazamiento durante un terremoto y se cumple con los estándares sísmicos establecidos por la normativa mencionada anteriormente.

3.3. Periodos de vibración

Los desplazamientos son valores referentes a la respuesta máxima que espera la estructura frente a un sismo de gran magnitud [19].

De los valores obtenidos en el edificio de cuatro niveles como se observa en la Figura 18 y en la Tabla 11 se tiene una reducción significativa utilizando dispositivos SLB para el eje X-X con una reducción del 27 % con respecto al valor obtenido por parte de los disipadores BRB, para el eje Y-Y se obtiene un mayor control de los disipadores SLB notándose una reducción del 38 % con respecto al disipador BRB.

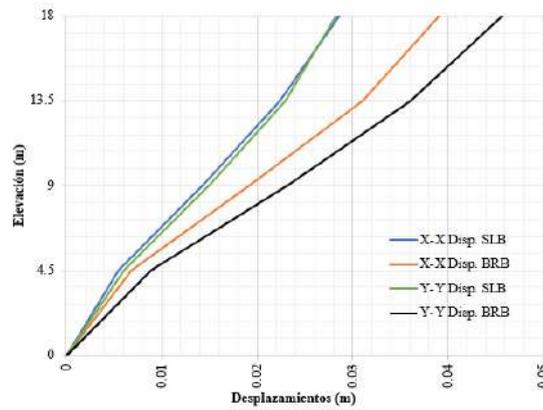


Figura 18. Desplazamientos máximos de piso SLB-BRB 4 niveles

Tabla 11. Comparación BRB y SLB 4 niveles

Eje	Desplazamientos Máxima (m)		
	BRB	SLB	% Reducción
X	0,0392	0,0287	27
Y	0,0457	0,0283	38

En el caso del edificio de ocho pisos, los resultados obtenidos para los dispositivos SLB y los disipadores BRB se pueden apreciar en la Figura 19 y la Tabla 12. Se encuentra una variación del 3 % en el eje X-X, con un mejor resultado para los dispositivos SLB. Sin embargo, es importante mencionar que la diferencia entre ambos no es significativa. Por otro lado, en el eje Y-Y se encuentra una reducción del 14 % con un mejor resultado para los disipadores BRB.

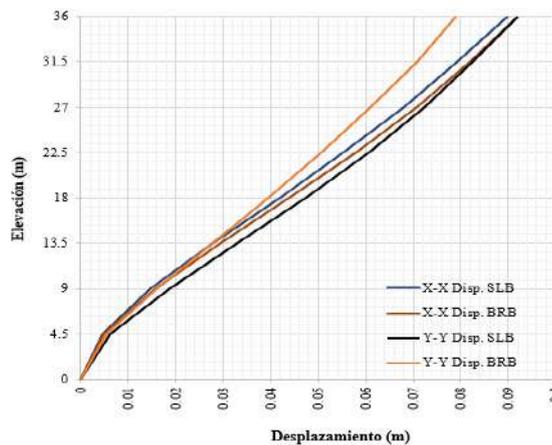


Figura 19. Desplazamientos máximos de piso SLB-BRB 8 niveles

Tabla 12. Comparación BRB y SLB 8 niveles

Eje	Desplazamientos Máximo (m)		
	BRB	SLB	%
X	0,0921	0,0898	3 Reducción
Y	0,0789	0,0920	14 Incremento

Para la edificación de doce pisos, como se puede ver en la Figura 20 y la Tabla 13, la variación obtenida es prácticamente la misma en ambos ejes, X-X y Y-Y, con un valor de 1 % de diferencia. Por lo tanto, la efectividad en el control de desplazamiento es igual en ambos casos.

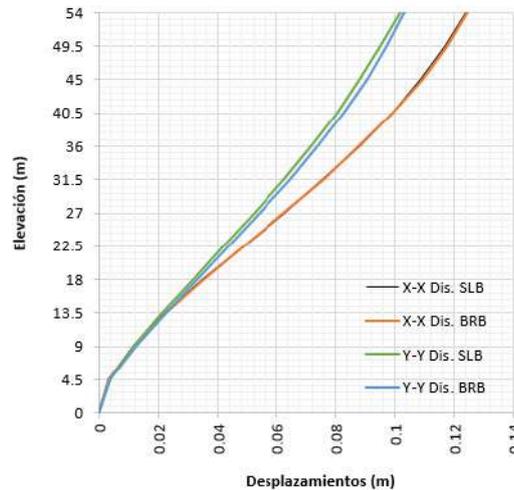


Figura 20. Desplazamientos máximos de piso SLB-BRB 12 niveles

Tabla 13. Comparación BRB y SLB 12 niveles

Eje	Desplazamientos Máxima (m)		
	BRB	SLB	% Reducción
X	0,125	0,124	1
Y	0,103	0,102	1

A partir de los datos recopilados, se pudo evidenciar que los dispositivos SLB tienen un desempeño superior en términos de control de desplazamiento. Sin embargo, tanto la implementación de los disipadores SLB como la de los BRB han logrado cumplir con el objetivo propuesto, alcanzando una disminución en los desplazamientos y, en consecuencia, una mejora en el comportamiento de la estructura.

3.4. Cortantes máximos

Se entiende por cortante basal a la acumulación de fuerzas a lo largo de cada nivel o piso las cuales se generan en la base de la estructura, el objetivo de obtener estas fuerzas es observar los esfuerzos que producen las mismas y de esta manera poder diseñar pórticos que sean resistentes a sismos [28].

Los resultados obtenidos en la edificación de cuatro niveles, según se muestra en la Figura 21 y la Tabla 14, indican que la fuerza cortante en la base en ambas direcciones X-X y Y-Y es ligeramente menor tanto para el disipador SLB como el BRB, siendo esta reducción del 1 %.

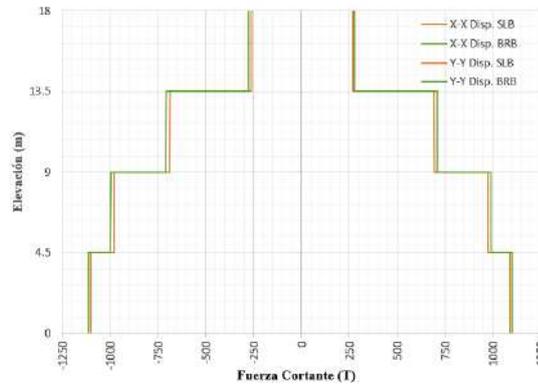


Figura 21. Cortantes máximos de piso SLB-BRB 4 niveles

Tabla 14. Comparación BRB y SLB 4 niveles

Eje	Fuerza Cortante (T)		% Reducción
	BRB	SLB	
X	1102,29	1090,09	1,10
Y	1112,05	1098,74	1,20

En la evaluación de la edificación de ocho niveles, según se muestra en la Figura 22 y Tabla 15, la reducción de la fuerza cortante en la base en la dirección X-X es casi despreciable. Aun así, los disipadores SLB muestran una ligera mejoría en su desempeño, con una reducción del 0.1 %. Por otro lado, en la dirección Y-Y, el resultado es similar, pero con el dispositivo BRB logrando una reducción decimal de 0.2 %.

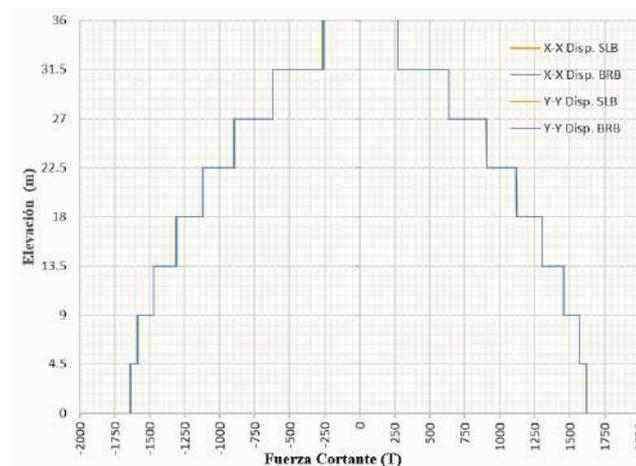


Figura 22. Cortantes máximos de piso SLB-BRB 8 niveles

Tabla 15. Comparación BRB y SLB 8 niveles

Eje	Fuerza Cortante (T)		% Reducción
	BRB	SLB	
X	1620,63	1619,37	0.1
Y	1638,25	1642,11	0.2

En el análisis de la edificación de doce niveles, según se aprecia en la Figura 23 y Tabla 16, se encontró que la reducción de la fuerza cortante en la base en la dirección X-X es prácticamente despreciable. Sin embargo, los disipadores SLB exhiben una reducción del 0.2 % y, aunque

pequeña, su rendimiento es mejor. En la dirección Y-Y, la situación es similar, pero en este caso, es el dispositivo BRB el que obtiene una reducción del 0.4 %, demostrando un desempeño superior.

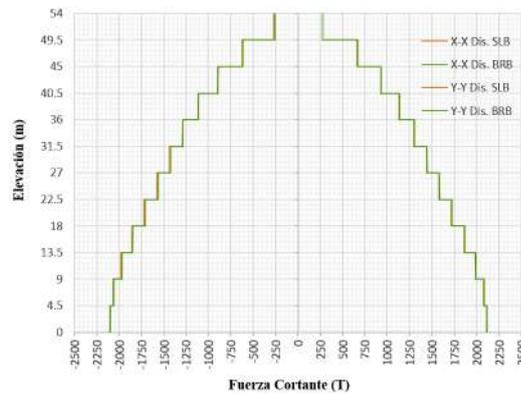


Figura 23. Cortantes máximos de piso SLB-BRB 12 niveles

Tabla 16. Comparación BRB y SLB 12 niveles

Eje	Fuerza Cortante (T)			
	BRB	SLB	%	
X	2116,25	2111,32	0,2	Reducción
Y	2097,12	2106,50	0,4	Incremento

Tras la revisión de los datos recopilados, se puede distinguir que los disipadores SLB presentan un desempeño superior, aunque la diferencia sea mínima, pero es importante tener en cuenta que ambos dispositivos logran satisfactoriamente el objetivo de disminuir la fuerza cortante.

3.5. Análisis no lineal Pushover

El procedimiento Pushover busca evaluar el comportamiento de un sistema estructural mediante análisis estáticos consecutivos para estimar sus demandas de resistencia y deformación. De esta manera, se puede predecir la fuerza sísmica y la demanda de deformación en la estructura, considerando la redistribución de las fuerzas internas que ocurre cuando la estructura es sometida a fuerzas inerciales que superan el límite elástico, genera la Curva de Capacidad, que representa el desplazamiento lateral en función de la fuerza aplicada, proporcionando al diseñador información valiosa sobre el comportamiento de la estructura [29].

Mediante el uso de los parámetros del FEMA 356 [21], se logró generar las curvas de capacidad correspondientes.

En la evaluación de la edificación de cuatro niveles, como se muestra en la Figura 24, en la dirección X-X con disipadores SLB resulta en una fuerza cortante de 3118,67 T antes de presentar la primera falla, mientras que con los disipadores BRB, la primera falla se produce con una fuerza cortante de 5066.17 T. En la dirección Y-Y presenta una situación similar, con la aplicación de disipadores SLB logra sostener una fuerza de 3961.47 T antes de fallar, y con disipadores BRB se alcanza a sostener fuerza de 5182.44 T.

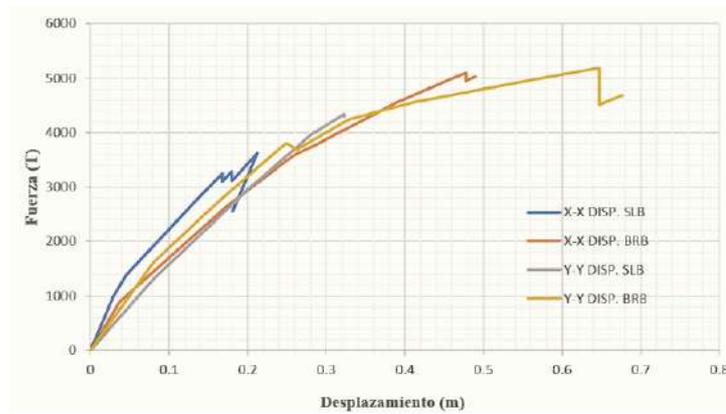


Figura 24. Fuerza vs desplazamiento SLB-BRB 4 niveles

Por tanto, se puede apreciar que el sistema BRB tiene una mayor capacidad en el rango inelástico antes de alcanzar los primeros fallos estructurales.

La edificación de ocho niveles, como se aprecia en la Figura 25, muestra que el eje X-X con la implementación de disipadores SLB soporta una fuerza de 10436,36 T antes de alcanzar los primeros fallos estructurales. Por otro lado, los dispositivos BRB alcanzan las primeras fallas con una fuerza de 10475,36 T. En el caso del eje Y-Y, empleando disipadores SLB logran sostener una fuerza de 7886,45 T sin producir fallas, mientras que los dispositivos BRB experimentan las primeras fallas con una fuerza de 5845,49 T.

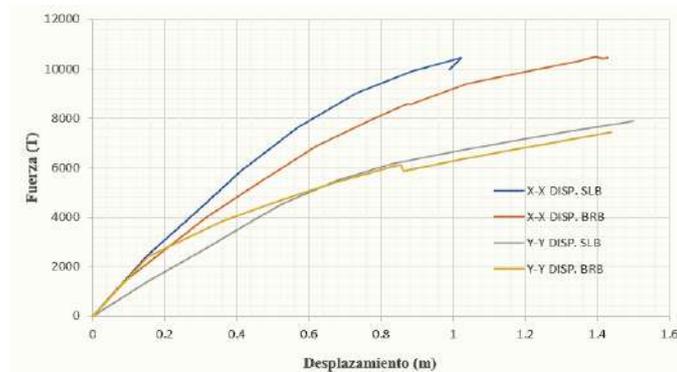


Figura 25. Fuerza vs desplazamiento SLB-BRB 8 niveles

Antes de alcanzar los primeros fallos estructurales, el sistema BRB en la dirección X-X tiene una mayor capacidad de rango inelástico. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los daños causados en este sistema no afectan de una manera crítica. Por otro lado, el sistema SLB en la dirección Y-Y presenta una mayor capacidad de rango inelástico, lo que indica una mayor resistencia a las fuerzas externas antes de producirse fallos estructurales.

Del análisis en la edificación de doce niveles como se muestra en la Figura 26, se nota que para el eje X-X usando dispositivos SLB presentan una capacidad de corte de 19756,60 T antes de producir las primeras fallas estructurales, mientras que los dispositivos BRB experimentan dichas fallas con una fuerza de 17629,37 T. En el eje Y-Y, se observa con la aplicación de dispositivos SLB las primeras fallas estructurales con una fuerza de 9455,17 T, mientras que empleando dispositivos BRB logran mantener una capacidad de corte de 9605,01 T sin experimentar fallas.

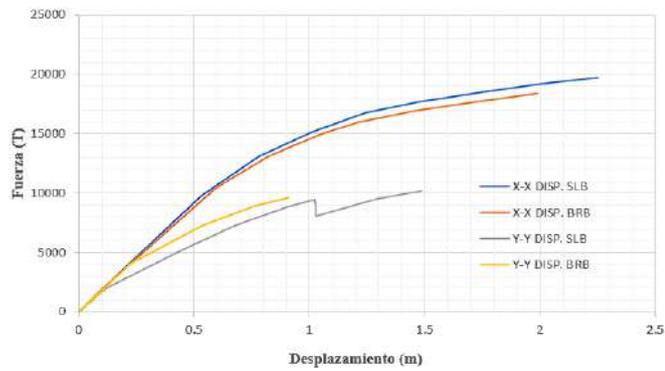


Figura 26. Fuerza vs desplazamiento SLB-BRB 12 niveles

Por tanto, se puede ver que en los disipadores BRB como en los SLB, se produce la falla de elementos, pero los daños podrían ser considerados como reversibles en esta edificación.

3.5.1. Punto de desempeño

El análisis no lineal ha permitido determinar los puntos de desempeño de las estructuras de cuatro, ocho y doce niveles en ambos ejes X-X y Y-Y, como se muestra en la Tabla 16. El objetivo principal es visualizar el desplazamiento máximo que cada estructura experimenta bajo una demanda sísmica [27]. Además, se puede apreciar el rendimiento de la estructura de ocho niveles a través de las Figuras 27 y 28 para los ejes Y-Y y X-X, respectivamente. Estas figuras fueron elegidas como representativas para ilustrar el comportamiento general que una estructura puede presentar, de acuerdo con el FEMA 356 [30]. Cabe destacar que se elaboraron gráficas correspondientes a cada una de las edificaciones.

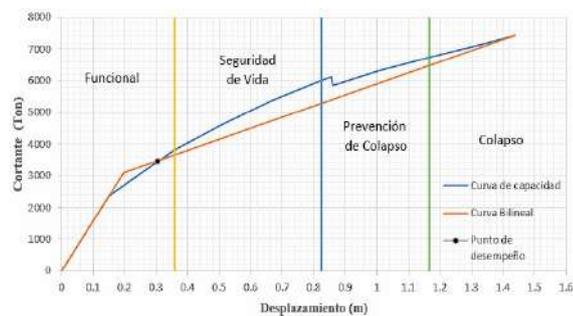


Figura 27. Punto de desempeño en Y-Y 8 niveles (BRB)

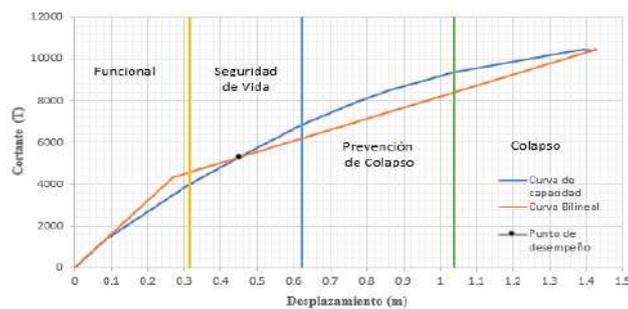


Figura 28. Punto de desempeño en X-X 8 niveles (BRB)

Tabla 17. Niveles de Desempeño

	Disip.	Pushover Sentido	Punto de Desempeño		Nivel de Desempeño
			V (Ton)	D (m)	
Edificio 4 Niveles	SLB	X	3249,76	0.18	Colapso
		Y	3682,89	0.26	Prevención de colapso
	BRB	X	3678,47	0.27	Seguridad de Vida
		Y	3639,03	0.24	Seguridad de Vida
Edificio 8 Niveles	SLB	X	4117,53	0.28	Funcional
		Y	4825,57	0.57	Funcional
	BRB	X	5299,43	0.45	Seguridad de Vida
		Y	3458,28	0.31	Funcional
Edificio 12 Niveles	SLB	X	6582,29	0,36	Funcional
		Y	7180,13	0,66	Funcional
	BRB	X	10311,3	0,59	Seguridad de Vida
		Y	5685.83	0,38	Funcional

Los datos recopilados en la tabla 17 muestran que la mayoría de las estructuras han tenido un desempeño adecuado después de un sismo, como era de esperarse. No obstante, se puede apreciar que la aplicación de dispositivos BRB ha mejorado significativamente el desempeño de las edificaciones en la mayoría de los casos. Sin embargo, hay una excepción: se registró el colapso de una edificación de cuatro niveles, que fue la única en presentar este resultado perjudicial.

3.6. Reducción de peso estructural por incorporación de dispositivos

Una de las principales ventajas de la incorporación de los dispositivos SLB y BRB es que fortalecen la resistencia estructural y mejoran la ductilidad. Gracias a ello, se puede optimizar la estructura al disminuir las secciones de vigas y columnas, lo que se traduce en una reducción del peso propio de la estructura.

Este estudio partió de los pesos originales proporcionados por las modelaciones de Yaguana et al. [10] para los edificios de cuatro, ocho y doce niveles, considerando que los pórticos exteriores funcionan como un sistema SMF. Se determinó que es posible optimizar las estructuras mediante la reducción de secciones sin afectar su desempeño estructural. La implementación de dispositivos SLB o BRB resultó en una reducción promedio del 6 % con relación al peso original de las edificaciones. A pesar de ello, cuando se compararon los pesos entre dispositivos BRB y SLB, no se encontró una diferencia significativa en la reducción de peso, resultando en una disminución promedio del 1% en todos los edificios, como se ilustra en la Figura 29 y la Tabla 18.

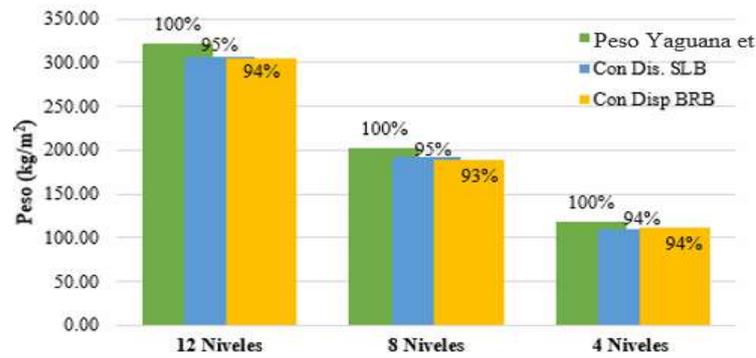


Figura 29. Porcentaje reducción de pesos 4, 8 y 12 niveles

Tabla 18. Peso total estructural

	12 Niveles	8 Niveles	4 Niveles
Peso Yaguana.et (kg/m²)	322,32	202,73	117,93
Con Disipadores SLB (kg/m²)	306,97	192,28	110,38
Con Disipadores BRB (kg/m²)	304,36	188,82	112,15

4. Conclusiones

Tras la implementación de los dispositivos SLB y BRB, se ha notado una reducción en parámetros importantes como periodos, derivas, desplazamientos y cortantes máximos en las estructuras evaluadas. Sin embargo, el dispositivo Shear Link Bozzo (SLB) resultó ser el más efectivo en todos los aspectos mencionados. Cabe destacar que, a pesar de ello, en una sola edificación, el desempeño del SLB fue perjudicial, afectando directamente la reducción de daños a elementos estructurales y el riesgo a la pérdida de vidas humanas. En conclusión, basándonos en los resultados obtenidos en esta investigación el dispositivo SLB se comporta mejor ante la acción sísmica.

La principal limitación de esta investigación radica en las riostras de pandeo restringido (BRB), cuyo estudio se ve obstaculizado por su patentamiento, lo que limita el acceso a información específica sobre su comportamiento y, por ende, dificulta el desarrollo de técnicas de análisis y diseño más eficientes. Si bien los resultados obtenidos nos brindan una perspectiva valiosa sobre el comportamiento de las variables estudiadas, es importante considerar también la dimensión económica del problema. Para ello, es necesario realizar un análisis más amplio que permita integrar los aspectos técnicos y económicos, a fin de poder tomar una decisión informada y eficiente.

Contribución de autores: idea y conceptualización, P.G., D.G. y S.G.; metodología, P.G., D.G. y S.G.; software, D.G., S.G. y P.G.; validación, D.G., S.G. y P.G.; investigación, D.G., S.G. y P.G.; redacción, D.G., S.G.; Revisión, P.G.; supervisión, P.G.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

- [1] C. Ruiz, A. Torres, "Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico de Estructuras Esenciales con Aisladores de Base del Tipo Elastomérico con Núcleo de Plomo LRB y Disipadores Tipo Contraventeos Restringidos al Pandeo BRB, y su Incidencia en la Relación Costo/Beneficio del Sistema Estructural" Proyecto de titulación, Universidad Técnica de Ambato Ambato, Ecuador. 2018.
- [2] Miduvi, "Norma Ecuatoriana de la construcción NEC-SE-DS". Peligro sísmico. 2015
- [3] F. Enciso, "Análisis Comparativo del Diseño Sísmico de una Estructura con Muros Continuos y con Muros Desacoplados Incorporando Disipadores SLB en la Ciudad de Huancayo" Proyecto de titulación, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú. 2018.
- [4] S. Aguirre, V. Barazorda, "Propuesta de Diseño de Dos Hospitales, en Zona Sísmica Tres y Cuatro, Usando Disipadores SLB en el Perú; Como Alternativa a los Aisladores Sísmicos Exigidos Por la NTP E.030" Proyecto de titulación, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. 2022
- [5] C. Bacury, "Optimización de Edificios con Disipadores de Energía Pasivos utilizando Algoritmos Genéticos Desarrollados en Python 3 Adaptados a Etabs" Proyecto de titulación, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. 2022
- [6] A. Santos, K. Soriano, "Estudio del Desempeño de Disipadores con Diagonales de Arriostamiento de Pandeo Restringido para una Estructura de Acero y su Comparación con el Desempeño de una Estructura de Acero sin Diagonales y con Diagonales" proyecto de titulación, Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad, Ecuador. (2021)
- [7] Caracterización experimental de riostras de pandeo restringido a escala sometidas a cargas cíclicas, Román Cancelado. 2019
- [8] D. Galarza, "Evaluación del Desempeño Sísmico del Edificio de la Ocus Mediante Comparación del Análisis estático no Lineal (Pushover), Análisis estático Modal (Pushover Multimodal) y Dinámico No-Lineal (Historia de Respuesta)" Proyecto de titulación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2019
- [9] Tedi Perú, "Prediseño de Disipadores Shear Link Bozzo para la Protección sísmica de Edificios", 19 de oct. de 2021 [video en línea]. Disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=6FfsSSqeJDQ&t=7858s>
- [10] K. Yaguana, B. Borja, D. Guerrero "Análisis de vibración por acción de caminado en Edificios Metálicos Empleando Pórticos Resistencias a Momento" Proyecto de titulación, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador 2021
- [11] Specification For Structural Steel Buildings ANSI/AISC 360-16
- [12] Análisis y diseño utilizado disipadores sísmicos tipo SLB, Luis Bozzo Estructuras y Proyectos S.I. 2019
- [13] J. Avecillas, "Análisis de Factibilidad de la Implementación de Riostras de Pandeo Restringido Como Dispositivos Disipadores de Energía" Proyecto de titulación, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. 2015
- [14] M. Aguaguiña, "Análisis y Diseño Sísmico de Edificios Altos de Construcción Compuesta y Recomendaciones de Estudios Experimentales de Conexiones, Arriostamientos y Cruciformes Sujetos a Cargas Dinámicas, para la Ciudad de Guayaquil" Proyecto de titulación, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. 2015
- [15] Arriostamientos Restringidos por Pandeo Star Seismic™ en el Software de Diseño Integrado de Edificios ETABS, Star seismic, 2003
- [16] J. Gómez, "Pruebas Experimentales en un Marco de Concreto Reforzado Equipado con Disipadores de Energía Sísmica" Proyecto de titulación, Universidad Nacional Autónoma de México, Cd, Mx, México. 2018
- [17] M. Medalla, C. Peña, "Aplicación Industrial de Riostras de Pandeo Restringido Chile" Escuela de ingeniería. 2015

- [18] C. Quispe, "Reforzamiento Sísmico mediante el Uso de Disipadores Histeréticos Tipo Shear Link Bozzo en un Edificio de 14 Niveles en la Ciudad de Lima" Proyecto de titulación, Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú 2019
- [19] J. Brito, R. Terán, "Influencia Estructural de Disipadores SLB para Muros Desacoplados en Estructuras de Concreto Armado y Arriostamientos en Estructuras Metálicas" Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería vol. 45 N°3
- [20] Sismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, ASCE/SEI 41-13
- [21] J. Zamora, "Análisis Comparativo del Desempeño Sísmico en Edificios de Hormigón de Mediana Altura Aplicando Riostras de Pandeo Restringido en la Ciudad de Ambato", Proyecto de titulación, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. 2021
- [22] Federal Emergency and Management Agency, Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Building. November
- [23] K. Dunn, "Rehabilitación Estructural de la Facultad de Ingeniería Mediante Aisladores Sísmicos" Proyecto de titulación, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. 2016
- [24] A. Zabala, "Modelado y Análisis Pushover de la Respuesta Sísmica de Estructuras de Acero" Proyecto de titulación, Universidad Politécnica de Cartagena" Cartagena, Colombia. 2017
- [25] K. Alcántara, C. Nalvarte, "Desempeño Estructural Aplicando la Norma ATC-40 Para el Reforzamiento del Pabellón "Monoblock" del Instituto Nacional de Salud del Niño (Breña-Lima)" Proyecto de titulación, Universidad de San Martín de Porres, Lima, PERÚ. 2016
- [26] D. Alexandra, "Evaluación del Desempeño Sísmico del Edificio de la Ocus Mediante Comparación del Análisis Estático no Lineal (Pushover), Análisis Estático Modal (Pushover Multimodal) y Dinámico No lineal." Proyecto de titulación, Ambato, Ecuador, 2019.
- [27] P. Torres, A. Matango, "Evaluación y Comparación del Reforzamiento de la PUCE Sede Bahía, Mediante la Utilización de Disipadores Tipo Shear-Link Respecto a un Reforzamiento con Muros de Corte" Proyecto de titulación, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador, Oct, 2017.
- [28] C. Saavedra, "Verificación del Cortante Basal Según Covenin 1756-2001" [online]. 2016 Disponible en: <https://saavedraonline.wordpress.com/2016/10/29/verificacion-del-cortante-basal-segun-covenin-1756-2001/>
- [29] S. Fuentes, "Desempeño Sísmico de un Edificio de Cinco Niveles de Concreto Armado Mediante el Análisis de Concreto Armado Mediante el Análisis Estático no Lineal Pushover" Proyecto de Titulación, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú, 2018.
- [30] H. Bohórquez, "El Punto de Desempeño en Pórticos Resistentes", Slideshare, [online]: Disponible en: <https://es.slideshare.net/habohorquez/el-punto-de-desempeo-en-porticos-resistentes-a>



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

Domestic Solid Waste Management in Rural Areas - case study of the Waorani Nampa Community, Ecuadorian Amazon

Jessenia Jaramillo ¹  Alexandra Chacha ^{1*}  Robinson J. Herrera-Feijoo ²  Pedro Peñafiel-Arcos ³ 
Karem Cazares ¹ 

¹ Investigadoras independientes en ciencias ambientales, Ecuador.

² Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo,

Ecuador. ³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Sede Orellana, El Coca 220150, Ecuador.

✉ Correspondencia: rherreraf2@uteq.edu.ec 📞 + 593 0980563032

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61058>

Resumen: This study focused on the proposal of an integrated solid household waste management system in the rural community of Waorani Nampa belonging to the Waorani indigenous nationality in the Ecuadorian Amazon. In this community, the burning of domestic solid waste is the only management strategy commonly used, which has generated diverse environmental and health impacts on the population. Therefore, here we focused on diagnosing the socio-environmental condition of the community through surveys in order to determine the average daily per capita production of domestic solid waste. This was done through a characterization applying the methodology of the Pan American Health Organization (PAHO) and the development of a proposal for a management model appropriate to the current demographic characteristics, from environmental education to final disposal. The results obtained determined that the average PPC of the community is 0.343 kg/person/day and the predominant category was the organic fraction with 64.20% of a total of 31.15 kg of solid waste produced. Finally, as initiatives for adequate management and use, it was proposed that an area be adapted to generate compost and a recycling system to obtain economic resources for the benefit of the population.

Keywords: Solid waste, Indigenous rural communities, Management system, Waorani Nationality



Cita: Jaramillo, J., Chacha, A., Herrera-Feijoo, R. J., Peñafiel-Arcos, P., & Cazares, K. (2023). Domestic Solid Waste Management in Rural Areas - case study of the Waorani Nampa Community, Ecuadorian Amazon. *Green World Journal*, 6(1), 58.

<https://doi.org/10.53313/gwj61058>

Received: 03/Feb /2023

Accepted: 15/Apr /2023

Published: 20/Apr /2023

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

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



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

1. Introducción

Solid waste management (SWM) originated from the need to improve people's quality of life [1,2]. Since ancient times, solid waste lacked of the necessary importance, based on the fact that the population was very small [3], as there was not much generation of these or in many cases, the way of collection until its final disposal was very efficient due to the territory size [4]. Due to the increase in the world population [5], people's lifestyle [6] and industrial growth [7], currently, household solid waste (HSW) has become one of the biggest problems at the health and environmental level throughout the world [8–10]. Currently, of the 2010 million tons of HSW generated worldwide, only 67% is collected and an adequate management system is conducted. According to the appreciations, it is projected that by the year 2050, the production of HSW will increase up to 3400 million tons [11]. Based on the chemical composition of these residues, the vast majority of them are impossible to biodegrade. In addition, a high amount of waste releases greenhouse gases (GHG) into the environment. Currently it is estimated that HSW's contribute with 5% of all GHG emissions generated worldwide [12].

The current volumes of HSW generation have become a major drawback in public health, due to their poor management, leading to the spread of diseases and the appearance of vectors [13,14]. In developing and underdeveloped countries, the impact on health and the environment is more acute, since solid waste management is performed using techniques considered inadequate. This occurs for example, with the use of open-air dumps and the uncontrolled incineration of waste [15–17]. The aforementioned practices are very common due to the lack of financial and management commitment on the part of the authorities in charge [18,19]. Under this premise, Ecuador is no exception, since in the different rural Amazonian communities there has been a substantial increase in the per capita production of daily solid waste generated [19].

The adequate management of domestic solid waste in rural areas of the Ecuadorian Amazon region has become a very important aspect for municipal governments, since in these areas there is no road available for the collection of HSW by truck collectors [20]. This situation is further aggravated due to the minimal environmental education that the inhabitants of these areas have regarding the management and management of solid waste [21]. As a consequence of the aforementioned, a significant increase in open-pit HSW has been generated without control by the municipal and environmental authorities [12,18]. According to previous studies conducted in rural areas that have the aforementioned characteristics, some emphasis could be placed on the A'l Dureno Cofán millennium community located in the Dureno canton, 27 km from the Lago Agrio canton, in northeastern Ecuador. This community is made up of 129 inhabitants, who represent the Cofan indigenous nationality. Due to the proximity that this community has with urban areas, it produces a large number of HSW when compared to neighboring indigenous communities [19].

The direct repercussions of the inadequate management of HSW are visual contamination, due to the presence of solid waste in open areas, as a consequence of this, there is landscape deterioration [22–24], and therefore the decline in tourism, without leaving aside the contamination that originates in the soil and water bodies [25,26]. As a rudimentary solution, the communities incinerate the HSW in the open air, but do not consider that this operation generates significant air pollution due to the combustion process that occurs. In these chemical reactions, substances harmful to living beings such as PM10, PM25, carbon monoxide (CO), persistent organic pollutants, such as polycyclic aromatic compounds (PACs), dioxins, furans and heavy metals are released into the atmosphere [27,28]. Apart from the affectation of these chemical compounds in the air, the health of the community members is seriously affected [19,29]. All the practices that have been mentioned can be reduced through the execution of environmental education programs for the community. But in

addition to this, it is extremely important to focus resources on the implementation of techniques that allow HSW to be put to new use[21]. These strategies should contribute to improving the quality of life of the inhabitants and the environment[30–32]. A further potential solution to this problem is to propose and execute a comprehensive SWM plan that starts from the analysis of the generation of solid waste, its management and reuse[32,33].

Solid waste management must be executed based on the 17 sustainable development goals (SDGs), which are considered in the 2030 agenda for sustainable development agreed upon by UN member countries[34]. Given that the 12 objectives are directly related to solid waste management, it is important to analyze them[35], as the proper handling and management of solid waste is essential for sustainability[36]. Similarly, national environmental regulations promote the management of non-hazardous solid waste and waste, from a circular economy and inclusive recycling approach, both in urban and rural areas, according to the Organic Environmental Code (OEC) and the Regulations to Organic Environmental Code (ROEC)[37]. In this scenario, the public institutions in charge of managing these products are the Autonomous Decentralized Municipal Governments (GADs), which must generate policies that seek to fulfill all the objectives set, seeking a sustainable development of the society.

In this sense, the main objective of this research is to design an integrated solid waste management system by characterizing the domestic solid waste generated and defining proposals for each stage of the management system focused on the socioeconomic reality of the Waorani Nampa community belonging to the Waorani indigenous nationality in the Ecuadorian Amazon located in the Mera Canton, Pastaza province. This will serve as a guide for decision makers and will benefit the community's population through sustainable management of these resources.

2. Materiales y métodos

2.1 Study area

The community is located 10 km from the city of Puyo in the province of Pastaza and has 141 inhabitants living in 33 houses (Figure 1). The community has all the basic services, both electricity and potable water. Its population has a minor agricultural activity and most of its children and young people attend educational institutions[38].

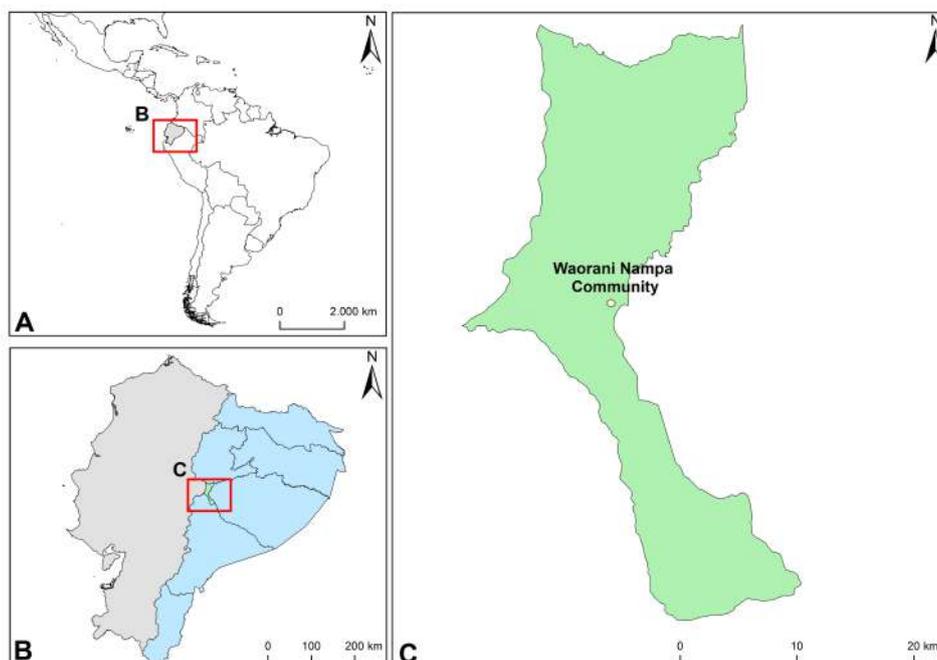


Figure 1. Study area; (a) Ecuador; (b) Mera Canton; (c) Waorani Nampa Community.

2.2 Diagnosis of the current situation of HSW generation and management in the Waorani Nampa community

The quantitative and qualitative diagnosis of the HSW generation in the community was developed by applying a descriptive survey based on open and closed questions, in the 33 inhabited houses. The topics consulted in the survey were discussed by a panel of teachers from the Environmental Engineering career of the Amazon State University of Ecuador, which was used as a validation system. Likewise, these topics were previously socialized with the target population in order to obtain their approval and commitment to the development of this work. In accordance with Ecuadorian regulations, in the Organic Environmental Code (COA) in its article 231 and in the Organic Code of Territorial Organization, Autonomy and Decentralization (COOTAD) articles 55 and 136, the administrative managers in the integral management of solid waste non-hazardous and sanitary waste, are the Autonomous Decentralized Municipal Governments, which are obliged to promote management alternatives in generators, promote environmental education programs and/or projects in their territorial constituency, organization and citizen oversight of environmental rights and nature. In the particular case of this study, those directly responsible for solid waste management should be the Municipal GAD of the Mera canton. This obligation is currently partially fulfilled due to the lack of planning, economic resources and personnel to conduct these activities, which in turn determines the need for a self-management model to solve this problem.

2.3 Characterization of HSW

In order to achieve the characterization of the HSW, the methodology of the Pan American Health Organization (PAHO) was used, which implies knowing the characteristics of these solid wastes in relation to their generation, composition, and density. This statistical methodology is applied in different solid waste characterization studies in the countries of the Latin American and Caribbean Region[39]. The study was carried out in the 33 houses present in the locality.

2.3.1 Solid waste collection in sampled homes

Each house was labeled and georeferenced. The collection of the HSW was developed for eight successive days, leaving aside the results of the first day as indicated by the previously mentioned methodology. The collection schedule was established collectively around the possibilities of the community. Solid waste was collected daily in 50 x 55 cm black polyethylene bags and its weight was taken in kg.

2.3.2 Calculation of daily average per capita production (PPC) of HSW

The weight of the waste that was collected daily in each of the dwellings is represented by the abbreviation (Wt). Based on all the data collected, on the number of people per dwelling, the total number of people was determined, which in this case is represented by the abbreviation (n). To obtain the daily PPC, Equation (1) was used.

$$PPC = \frac{\text{daily waste weight (Wt)}}{\text{person number (n)}} \quad (1)$$

2.3.3 Determination of the physical composition of solid waste

The collected solid waste was classified into the categories paper and cardboard, plastics, metals (including cans), glass, organic matter, sanitary waste and others. Afterwards, the percentage of each component was calculated, applying Equation (2), considering the data of the total weight of the waste collected in one day (Wt) and the weight of each category (Pi).

$$\text{Percentage}(\%) = \frac{\text{Weight of each component}(P_i)}{\text{daily waste weight}(W_t)} \quad (2)$$

2.4 Statistical analysis

For the execution of the corresponding calculations, the EXCEL software was used in the tabulation of the survey results and in the determination of the characterization parameters, which served to perform the analysis of the results of the activities. Likewise, the statistical package STATISTICA was used to generate mean, minimum, maximum and standard deviation values of the results of the production and characterization of the HSW generated in the community, within a basic analysis of descriptive statistics.

3. Results and Discussion

3.1 Diagnosis of the current situation of HSW generation and management in the Waorani Nampa community

The results of the survey allowed to determine that 46% of families in the community are composed of five or more individuals. This result is similar to that established in a previous study, where it is mentioned that indigenous households are larger because they have a higher amount of children[40]. Regarding the current management of domestic solid waste, 75% of the families surveyed do not perform any classification or use, so only 25% conduct a basic classification of the organic fraction to use it as fertilizer. This value is significantly lower than that determined by Peñafiel et al. [19], where 77% of families classify their solid waste. This fact may be due to the fact that in the study locality of this work, there is a collection service that simplifies the responsibility with these products by the generator, which does not occur in the community of comparative work, generating the search for alternative uses.

On the other hand, when asked if any type of treatment and/or revaluation of solid waste is known, 70% of the people surveyed mentioned composting. This coincides with the results of Vélez et al. [41], developed in an Amazonian indigenous community of Ecuador. All this allows to determine that the production of biofertilizers through techniques such as composting and vermicomposting, would have a successful opening in rural areas. In turn, in the locality it was possible to establish that all the families would be willing to contribute to an integral management of domestic solid waste, a fact that is repeated in the works[19,41], developed in the same way in rural areas.

3.2 Waorani Nampa Community PPC

The daily results obtained from the PPC can be seen in Table 1. These determinations were obtained from June 03 to 10, 2022 (8 successive days) with the exception of the first day, according to the aforementioned methodology. It is observed that the average HSW PPC in the community is 0.343 kg/inhab/day.

Table 1. Average daily PPC of the Waorani Nampa community

	Day 1	Day 2	Day 3	Day 4	Day 5	Day 6	Day 7	Average
Daily weight (kg)	29.50	45.70	75.65	39.30	18.90	56.40	73.20	48.38
PPC (kg/inhab/day)	0.209	0.324	0.537	0.279	0.134	0.400	0.519	0.343

This result can be compared with those obtained in works obtained in other rural communities of the country, such as [42], where a PPC of 0.330 kg/inhab/day was determined. In turn, there are investigations conducted in rural Amazonian areas, such as those realized by [43,44] in the province of Sucumbíos, in which average PPP values of 0.51 kg/inhab/day and 0.42 kg/inhab/day are obtained, respectively. Another investigation is the one presented by Vélez et al. [41] where it was determined that the daily PPP for a community of Waorani nationality in the Ecuadorian Amazon is 0.260 kg/inhab/day. Similarly, there is work conducted in a Cofán community [19], in which the

result was 0.346 kg/inhab/day. These data indicate the significant variability of generation that exists in this type of population settlements, which could be marked mainly by the socioeconomic and cultural conditions of each community[45], and in a second plane by the level of accessibility to the conditions of a urban lifestyle. All this raises the need to develop a greater amount of social research, where the prevailing factors that condition the generation of HSW can be analyzed and determined. At the international level, there is the work developed by Llapapasca [46], where the results obtained in the determination of the PPC in a Peruvian rural community are established. The calculated value was 0.310 kg/inhab/day, which is similar to the Ecuadorian conditions described previously.

3.3 Physical constitution of the HSW of the Waorani Nampa community.

Community waste was characterized according to its physical constitution according to its type and composition (Table 2) and its quantity and percentage (Table 3).

Table 2. Physical constitution of the HSW of the Waorani Nampa community

Type of waste	Composition
Paper and paperboard	Sheets of paper, notebook sheets, newspapers, magazines, brochures, cardboard, food packaging.
Organic remains	Food scraps, egg shells, vegetable peels, bones, leaf debris and grass.
Plastics	Plastic covers, wrappers, bottles of drinks and oils.
Metals	Tuna and sardine cans, preserves.
Glass	Beverage bottles.
Domestic sanitary waste	Toilet paper, sanitary napkins.
Others	Rubber, leather, remains of textiles and ceramics.

Table 3. Quantity and percentage of the HSW of the Waorani Nampa community.

Days	Paper and paperboard		Organic remains		Plastics		Metals (cans)		Glass		Others		Domestic sanitary waste	
	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
2	2.00	6.78	19.75	66.95	3.50	11.86	1.10	3.73	0.65	2.20	0.10	0.34	2.40	8.14
3	4.20	9.19	28.40	62.14	4.60	10.07	3.10	6.78	0.50	1.09	1.80	3.94	3.10	6.78
4	5.30	7.01	52.40	69.27	4.75	6.28	2.10	2.78	0.40	0.53	3.50	4.63	7.20	9.52
5	1.40	3.56	26.30	66.92	2.70	6.87	6.10	5.2	0.30	0.76	0.70	1.78	1.80	4.58
6	2.30	12.17	12.10	64.02	1.20	6.35	0.60	3.17	0.10	0.53	0.40	2.12	2.20	11.64
7	6.10	10.82	29.50	52.30	8.40	14.89	2.40	4.26	0.00	0.00	2.80	4.96	7.20	12.77
8	3.80	5.19	49.60	67.76	6.90	9.43	3.60	4.92	2.50	3.42	2.30	3.14	4.50	6.15
Average	3.59	7.82	31.15	64.20	4.58	9.39	2.71	5.88	0.64	1.22	1.66	2.99	4.06	8.51

The percentage of organic waste generation is similar to that found in [19,41,43,44] for rural Amazonian localities, where an average value of 66% was determined. This could indicate an acculturation process in the area, as has been investigated in similar works[46].

3.4 Statistical analysis

To complement the analysis of the results referring to the determination of the PPC and characterization of the HSW, a descriptive statistical diagnosis was developed that has been listed in Table 4. Based on these results, it was determined that all the parameters present a low variability of production each day of analysis.

Table 4. Quantity and percentage of the HSW of the Waorani Nampa community.

	# of samples	Arithmetic average	Minimum value	Standard deviation
PPC	7	0.343	0.134	0.152
Organic remains	7	31.15	12.10	14.82
Paper and paperboard	7	3.59	1.40	1.76
Plastic	7	4.48	1.20	2.45
Glass	7	0.64	0.00	0.85
Metal (including cans)	7	2.71	0.60	1.82
Others	7	1.66	0.10	1.29
Sanitary waste	7	4.06	1.80	2.32

3.5 HSW management system proposal for the Río Blanco community

For the correct design of the proposal for the integral management of the HSW, the population of the community was projected based on the corresponding population growth index, at a horizon of 15 years from the execution of this study, that is, to the year 2037. The growth rate of the Mera canton 2.80% was used, considering the last census carried out corresponding to the year 2010[38], since there is no information in the National Institute of Statistics and Censuses (INEC) specifically of the study community. For the year 2037 the population would be of about 185 inhabitants. With these results, the projected HSW production values that served to design the different stages of the proposal are presented in Table 5.

Table 5. HSW management system proposal for the Waorani Nampa community

Population	Current (n=141)		Future (n=185)	
	Weekly (kg)	Monthly (kg)	Weekly (kg)	Monthly (kg)
Organic remains	218.05	934.50	286.09	1226.12
Paper and paperboard	25.10	107.57	32.93	141.14
Plastic	32.05	137.36	42.05	180.22
Glass	4.45	19.07	5.84	25.02
Metal (Including cans)	19.00	81.43	24.93	106.84
Others	11.60	49.71	15.22	65.23
Sanitary waste	28.40	121.71	37.26	159.70
Total	338.65	1451.35	444.32	1904.27

3.6 Environmental Education Phase

The proper functioning of the integral management of solid waste requires great shared commitments between the inhabitants of the community and the local authorities, since, the complexity that this procedure covers exceeds the responsibility of the Decentralized Autonomous Governments. The aforementioned complexity begins with the conviction of the community's inhabitants of the need to separate organic waste into at least three categories, being organic, recyclable, and waste. This categorization is based on what is proposed by the Regulations to the Organic Code of the Environment (RCOA)[37]. To achieve this objective, the training schedule listed in Table 6 is proposed.

Table 6. Environmental education topics.

Training topics	Day 1	Day 2	Day 3
	Opening Classification of solid waste.	Welcome presentation Waste management and its social problems.	Welcome presentation Domestic organic waste composting method.

Recycling of organic content.	Recycle help.
Recycling of recyclable content.	Recycling protects the environment.
Unusable HSW disposal.	Biosecurity measures for the management of HSW of sanitary origin

3.7 Temporary Storage Phase

For this stage, the selective storage of HSW in each home is proposed in three categories, being organic (food scraps, fruit peels and vegetable waste), recyclables (plastic, cardboard, paper, glass and metal) and waste (sanitary waste and others). Each family need to be provided with three containers of 30 liters each.

3.8 Collection and Transport Phase

This stage is divided into three parts that coincide with the number of categories previously raised. It is proposed that the collection of organic waste be carried out daily due to the faster degradation that these suffer, and because it is the category with the highest production. Therefore, it is proposed that, within the community, a person or a group of people who work in a rotational manner be assigned, who will have the responsibility of moving the organic matter from each inhabited house, to the place destined for the system of composting. For the recyclable fraction, in the same way it will be allocated to a person or a group of people who are in charge of collecting this waste, twice a week, and its accumulation in a container of adequate dimensions considering the generation with the projected population. Subsequent to this, on a monthly basis, these materials will be transported to a recycling center "Puyo Recycles", which is closest to the Waorani Nampa community, via Shell-Puyo. The monthly cost for these activities will be USD 7.00. While, the profits from the sale of these products have been estimated through interviews with the owners of the recycling centers, and are presented in Table 7. Finally, the fraction considered as waste must be disposed of so that it can be collected by the collection service provided by the municipal GAD of the Mera canton.

Table 7. Estimated earnings from the sale of recyclable waste from the Waorani Nampa community.

Type of waste	Monthly profit (USD)	
	Actual	Projected
Paper-cardboard	12.91	16.94
Plastic	75.55	99.12
Glass	1.53	2.00
Metal (Including cans)	16.29	21.37
Total	106.27	139.43

3.9 Solid waste utilization and final disposal

3.9.1 Phase of use of the organic fraction

For this phase, an area of 42 m² will be allocated for the application of a treatment system for the organic fraction generated in the study area. It is proposed that this location be built with the labor of the community itself and with materials from the area. It must be covered for proper maintenance of the batteries. The formation of two piles will be considered, each of which will receive the daily organic fraction for a month. Complementary products could be pruning material or remains of vegetation cut from the community itself as nitrogenous material, and diluted panela blocks as

energy input. In the present investigation, the determination of the C/N ratio was not performed, but the research work generated in the Amazonian indigenous community Limoncocha[44]. has been taken as a reference. Therefore, it is estimated that the average C/N ratio is 158. This relatively high value is due to the fact that almost all the residues are of vegetable and not animal origin. To reduce this ratio to the optimal range (25–35), the incorporation of poultry manure is proposed in a 1:1 ratio with the HSW of the community, which increases the percentage of nitrogen and thus the C/N ratio decreases. up to adequate values[47,48]. The cost of the sack of poultry manure in the city of Puyo, Pastaza is USD 5.00. In addition, a monthly sack of agricultural lime will be needed to control odors, the cost of which is USD 3.95, and a person will be assigned to be in charge of the activity of turning the piles. This process requires approximately 2–3 hours per week. Knowing that the generation of organic solid waste is currently 934.50 kg per month, that the addition of poultry manure would go in the same amount, that 30 to 50% of the total weight is transformed into compost[49] and taking a referential value of 30%, 5 bags of 35 kg of organic fertilizer would be obtained monthly, which could be marketed at USD 6 each. This value was taken based on the reference in the Pastaza Province, where the Pastaza Canton GADM, through the Pastaza Recycles program, generates compost from solid vegetable waste produced both in markets and in homes. The current monthly profit would be USD 30 and with the projected generation in 15 years of USD 42.

At the time of applying the entire proposed management system, it would be possible to take advantage of approximately 83% of all HSW generated and only 17% (waste, metals and others) would reach the Sanitary Landfill of the Mera canton. The generation of hazardous waste in the locality is practically nil. The only hazardous waste generated is that of sanitary origin, which is arranged for collection by the public service.

3.9.2 Summary of costs and income

The total monthly cost that would be generated by applying the proposed management system would be USD 18, considering the costs of transporting recyclable waste, agricultural lime, poultry manure and a 10% safeguard. Whereas, the profits that could be obtained under the current conditions of the number of inhabitants would be approximately USD 136.27, obtaining a net monthly income of USD 118. The economic resources obtained could be administered in the same community, through the designation of a commission responsible for managing monthly accounts. It is worth mentioning that in the environmental education phase, the entire community should be made aware of the socio-environmental and economic importance of the application of this proposal, which achieves the commitment of the participation of all disinterestedly in the collection, transport and construction of the composting area, knowing that the economic gains can be used for the well-being of the entire community.

4. Conclusiones

It was determined that the average daily HSW PPC in the Waorani Nampa community, located in the Ecuadorian Amazon, is 0.343 kg/inhab/day, while the total daily generation is approximately 48.32 kg. In comparison with the rural Amazonian communities of Ecuador, the study is related to the results obtained from the Cofán A I Dureno community in the province of Sucumbíos (0.346 kg/inhab/day) and are higher than the Waorani Gareno community in the province of Tena (0.26kg/inhab/day), this variability of results depends on socioenvironmental, economic, cultural and educational conditions, through the access that indigenous rural communities have to urban areas, although it is necessary to be able to carry out more studies of this type, to confirm this conclusion.

In turn, the organic fraction constitutes the type of waste that is generated in the greatest amount, 64.20% of the total. This presents an important opportunity for the application of composting processes, which has been very well received by the community. Given the lack of adequate management of the HSW generated, a management alternative is presented that is based on phases

of environmental education, selective storage, collection, transport and use of organic and recyclable fractions. This contributes to environmental conservation, through a circular economy approach and citizen empowerment.

Author Contributions: Conceptualization, J.J., P.P.A and R.J. H.F.; methodology, P.P.A. and R.J.H.F.; validation, P.P.A. and R.J.H.F.; formal analysis, J.J. and P.P.A.; investigation, J.J., P.P.A. and R.J.H.F.; data curation, K.C. and A.C.; writing—original draft preparation, J.J., P.P.A and R.J.H.F.; writing—review and editing, P.P.A. and R.J.H.F.; visualization, K.C. and A.C; supervision, R.J.H.F and P.P.A; project administration, J.J. ; funding acquisition, R.J.H.F., P.P.A. and K.C.

Funding: This research received no external funding

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Chandrappa, R.; Das, D.B. *Solid Waste Management: Principles and Practice*; Springer Science & Business Media, 2012; ISBN 364228681X.
2. Hoornweg, D.; Bhada-Tata, P. What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management. **2012**.
3. Asefi, H.; Shahparvari, S.; Chhetri, P. Advances in Sustainable Integrated Solid Waste Management Systems: Lessons Learned over the Decade 2007–2018. *J. Environ. Plan. Manag.* **2020**, *63*, 2287–2312.
4. Abubakar, I.R.; Maniruzzaman, K.M.; Dano, U.L.; AlShihri, F.S.; AlShammari, M.S.; Ahmed, S.M.S.; Al-Gehlani, W.A.G.; Alrawaf, T.I. Environmental Sustainability Impacts of Solid Waste Management Practices in the Global South. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 12717.
5. Rehman, A.; Ma, H.; Ozturk, I.; Ulucak, R. Sustainable Development and Pollution: The Effects of CO₂ Emission on Population Growth, Food Production, Economic Development, and Energy Consumption in Pakistan. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2022**, *29*, 17319–17330.
6. Simkin, R.D.; Seto, K.C.; McDonald, R.I.; Jetz, W. Biodiversity Impacts and Conservation Implications of Urban Land Expansion Projected to 2050. *Proc. Natl. Acad. Sci.* **2022**, *119*, e2117297119.
7. Xia, W.; Jiang, Y.; Chen, X.; Zhao, R. Application of Machine Learning Algorithms in Municipal Solid Waste Management: A Mini Review. *Waste Manag. Res.* **2022**, *40*, 609–624.
8. Lestari, P.; Trihadiningrum, Y. The Impact of Improper Solid Waste Management to Plastic Pollution in Indonesian Coast and Marine Environment. *Mar. Pollut. Bull.* **2019**, *149*, 110505.
9. Anand, N.; Palani, S.G. A Comprehensive Investigation of Toxicity and Pollution Potential of Municipal Solid Waste Landfill Leachate. *Sci. Total Environ.* **2022**, *838*, 155891.
10. Chen, D.M.-C.; Bodirsky, B.L.; Krueger, T.; Mishra, A.; Popp, A. The World's Growing Municipal Solid Waste: Trends and Impacts. *Environ. Res. Lett.* **2020**, *15*, 74021.
11. Kaza, S.; Yao, L.; Bhada-Tata, P.; Van Woerden, F. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*; World Bank Publications, 2018; ISBN 1464813477.
12. Gautam, M.; Agrawal, M. Greenhouse Gas Emissions from Municipal Solid Waste Management: A Review of Global Scenario. *Carbon Footpr. Case Stud.* **2021**, 123–160.
13. Vinti, G.; Bauza, V.; Clasen, T.; Medicott, K.; Tudor, T.; Zurbrügg, C.; Vaccari, M. Municipal Solid Waste Management and Adverse Health Outcomes: A Systematic Review. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 4331.
14. Vinti, G.; Bauza, V.; Clasen, T.; Tudor, T.; Zurbrügg, C.; Vaccari, M. Health Risks of Solid Waste Management Practices in Rural Ghana: A Semi-Quantitative Approach toward a Solid Waste Safety Plan. *Environ. Res.* **2022**, 114728.
15. Vinti, G.; Vaccari, M. Solid Waste Management in Rural Communities of Developing Countries: An Overview of Challenges and Opportunities. *Clean Technol.* **2022**, *4*, 1138–1151.
16. Lindamulla, L.; Nanayakkara, N.; Othman, M.; Jinadasa, S.; Herath, G.; Jegatheesan, V. Municipal Solid Waste Landfill Leachate Characteristics and Their Treatment Options in Tropical Countries. *Curr. Pollut.*

- Reports* **2022**, 1–15.
17. Velis, C.A. Plastic Pollution Global Treaty to Cover Waste Pickers and Open Burning? *Waste Manag. Res.* **2022**, *40*, 1–2.
 18. Vyas, S.; Prajapati, P.; Shah, A. V.; Varjani, S. Municipal Solid Waste Management: Dynamics, Risk Assessment, Ecological Influence, Advancements, Constraints and Perspectives. *Sci. Total Environ.* **2022**, 152802.
 19. Peñafiel Arcos, P., Cazares Carrión, K. Y. ., Quilligana Vega, A. M. ., & Pasquel Montenegro, A.C. Propuesta de Un Sistema de Gestión Integral. *ACI Av. En Ciencias E Ing.* **2021**, *12*, 6.
 20. Ferronato, N.; Alarcón, G.P.P.; Lizarazu, E.G.G.; Torretta, V. Assessment of Municipal Solid Waste Collection in Bolivia: Perspectives for Avoiding Uncontrolled Disposal and Boosting Waste Recycling Options. *Resour. Conserv. Recycl.* **2021**, *167*, 105234.
 21. GADPAZ *Plan Provincial de Educación Ambiental Para El Desarrollo Sostenible 2021–2025 Para La Provincia de Pastaza*; 2021;
 22. Gujre, N.; Rangan, L.; Mitra, S. Occurrence, Geochemical Fraction, Ecological and Health Risk Assessment of Cadmium, Copper and Nickel in Soils Contaminated with Municipal Solid Wastes. *Chemosphere* **2021**, *271*, 129573.
 23. Wang, S.; Han, Z.; Wang, J.; He, X.; Zhou, Z.; Hu, X. Environmental Risk Assessment and Factors Influencing Heavy Metal Concentrations in the Soil of Municipal Solid Waste Landfills. *Waste Manag.* **2022**, *139*, 330–340.
 24. Siddiqi, S.A.; Al-Mamun, A.; Baawain, M.S.; Sana, A. A Critical Review of the Recently Developed Laboratory–Scale Municipal Solid Waste Landfill Leachate Treatment Technologies. *Sustain. Energy Technol. Assessments* **2022**, *52*, 102011.
 25. Siddiqua, A.; Hahladakis, J.N.; Al-Attiya, W.A.K.A. An Overview of the Environmental Pollution and Health Effects Associated with Waste Landfilling and Open Dumping. *Environ. Sci. Pollut. Res.* **2022**, 1–23.
 26. Azarmi, S.L.; Vaziri, R.; Kole, A.; Oladipo, A.A.; Göksel, A.B. Environmental Impact of the Ugly Face of Tourism: Pollution and Management Perspectives. In *The Routledge Handbook of Tourism Impacts*; Routledge, 2019; pp. 312–326 ISBN 1351025104.
 27. Yadav, H.; Kumar, P.; Singh, V.P. Hazards from the Municipal Solid Waste Dumpsites: A Review. In *Proceedings of the International Conference on Sustainable Waste Management through Design*; Springer, 2018; pp. 336–342.
 28. Xiu, M.; Stevanovic, S.; Rahman, M.M.; Pourkhesalian, A.M.; Morawska, L.; Thai, P.K. Emissions of Particulate Matter, Carbon Monoxide and Nitrogen Oxides from the Residential Burning of Waste Paper Briquettes and Other Fuels. *Environ. Res.* **2018**, *167*, 536–543.
 29. Senekane, M.F.; Makhene, A.; Oelofse, S. A Critical Analysis of Indigenous Systems and Practices of Solid Waste Management in Rural Communities: The Case of Maseru in Lesotho. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2022**, *19*, 11654.
 30. Bui, T.-D.; Tseng, J.-W.; Tseng, M.-L.; Lim, M.K. Opportunities and Challenges for Solid Waste Reuse and Recycling in Emerging Economies: A Hybrid Analysis. *Resour. Conserv. Recycl.* **2022**, *177*, 105968.
 31. Kurniawan, T.A.; Liang, X.; O'Callaghan, E.; Goh, H.; Othman, M.H.D.; Avtar, R.; Kusworo, T.D. Transformation of Solid Waste Management in China: Moving towards Sustainability through Digitalization–Based Circular Economy. *Sustainability* **2022**, *14*, 2374.
 32. Khan, S.; Anjum, R.; Raza, S.T.; Bazai, N.A.; Ihtisham, M. Technologies for Municipal Solid Waste Management: Current Status, Challenges, and Future Perspectives. *Chemosphere* **2022**, *288*, 132403.
 33. Soni, A.; Das, P.K.; Hashmi, A.W.; Yusuf, M.; Kamyab, H.; Chelliapan, S. Challenges and Opportunities of Utilizing Municipal Solid Waste as Alternative Building Materials for Sustainable Development Goals: A Review. *Sustain. Chem. Pharm.* **2022**, *27*, 100706.
 34. SDG, U. Sustainable Development Goals. *energy Prog. report. Track. SDG* **2019**, *7*.
 35. Rodić, L.; Wilson, D.C. Resolving Governance Issues to Achieve Priority Sustainable Development Goals Related to Solid Waste Management in Developing Countries. *Sustainability* **2017**, *9*, 404.
 36. Tsai, F.M.; Bui, T.-D.; Tseng, M.-L.; Lim, M.K.; Hu, J. Municipal Solid Waste Management in a Circular Economy: A Data-Driven Bibliometric Analysis. *J. Clean. Prod.* **2020**, *275*, 124132.

37. Moscoso, A.M. El Nuevo Marco Jurídico En Materia Ambiental En Ecuador. Estudio Sobre El Código Orgánico Del Ambiente. *Actual. Jurídica Ambient.* **2019**, *89*, 3–32.
38. Zambrano, M.; Robles, M.; Izurieta, S.; Torres, B.; Bravo, C.; Martínez, C. Atlas Geográfico de La Provincia de Pastaza. *Gob. Prov. Pastaza, Nat. Conserv. Univ. Estatal Amaz. y Conserv. Int. Ecuador. Puyo, Ecuador* **2019**, 53.
39. Cantanhede, Á.; Sandoval, L.; Monge, G.; Caicho, C. *Procedimientos Estadísticos Para Los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos*; Lima, 2005;
40. Larrea, C.; Torres, F.M.; López, N.G.; Rueda, M.B.C. *Pueblos Indígenas, Desarrollo Humano y Discriminación En El Ecuador*, Editorial Abya Yala, 2007; ISBN 9978226982.
41. Vélez, A.; Peñafiel, P.; Heredia, M.; Barreno, S.; Chávez, J. Propuesta de Sistema de Gestión de Residuos Sólidos Domésticos En La Comunidad Waorani Garenó de La Amazonía Ecuatoriana. *Rev. Cienc. y Tecnol.* **2019**, *12*, 33–45, doi:<https://doi.org/10.18779/cyt.v12i2.324>.
42. Paredes, L. Diseño de Un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Para La Comunidad de Chinaló Alto de La Parroquia Chugchilán, Cantón Sigchos, Provincia de Cotopaxi En El Periodo 2020–2021, Universidad Internacional SEK, 2022.
43. Marañón, K. Modelo de Gestión Integral de Los Residuos Sólidos Urbanos En La Cabecera Parroquial de Limoncocha, Universidad Internacional SEK, 2015.
44. Oviedo, E. Diagnostico Del Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos de La Cabecera Parroquial de Limoncocha, Mediante Muestreos Realizados En La Población, Universidad Internacional SEK, 2016.
45. Quillos Ruiz, S.A.; Escalante Espinoza, N.J.; Sánchez Vaca, D.A.; Quevedo Novoa, L.G.; De La Cruz Araujo, R.A. Residuos Sólidos Domiciliarios: Caracterización y Estimación Energética Para La Ciudad de Chimbote. *Rev. la Soc. Química del Perú* **2018**, *84*, 322–335.
46. Llapapasca, S. Aculturación En La Comunidad Nativa San Francisco Evidenciado Por La Composición de Residuos Sólidos Domiciliarios, Distrito de Yarinacocha – Ucayali, Universidad Nacional de Ucayali, 2018.
47. Hargreaves, J.C.; Adl, M.S.; Warman, P.R. A Review of the Use of Composted Municipal Solid Waste in Agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2008**, *123*, 1–14, doi:<https://doi.org/10.1016/j.agee.2007.07.004>.
48. Julca-Otiniano, A.; Meneses-Florián, L.; Blas-Sevillano, R.; Bello-Amez, S. La Materia Orgánica, Importancia y Experiencia de Su Uso En La Agricultura. *Idesia (Arica)* **2006**, *24*, 49–61.
49. Román, P.; Martínez, M.; Pantoja, A. *Manual de Compostaje Del Agricultor. Experiencias En América Latina*; FAO, Ed.; Primera.; FAO: Santiago de Chile, 2013; ISBN 978-92-5-307844-8.



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

RESEARCH ARTICLE

Síndrome de edificios enfermo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca

Daniel M. Jadán Mendez  Jefferson Torres Quezada 

Universidad Católica de Cuenca, Cuenca EC010105, Ecuador

✉ Correspondencia: daniel.jadan.22@est.ucacue.edu.ec  + 593 98 475 7846

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61059>

Resumen:

El síndrome del edificio enfermo se refiere a un conjunto de síntomas que se presentan en las personas que pasan largas horas en edificios con problemas ambientales, como ventilación deficiente, humedad, iluminación inadecuada y otros factores similares, el presente, lo que puede generar impactos negativos en la salud y el rendimiento de los estudiantes, profesores y personal administrativo que trabajan o estudian en el edificio; para lo cual, se realizó un estudio de tipo cuantitativo de carácter no experimental y de tipo descriptivo, por medio de herramientas diseñadas para la medición de elementos como material particulado (PM), temperatura, sonido e iluminación. Como principales resultados se puede apreciar la presencia de diversos factores de riesgos que pueden afectar a estudiantes o trabajadores que se encuentran dentro del edificio y se destaca la importancia de considerar el confort ambiental en el diseño y la gestión de edificios universitarios para garantizar un ambiente saludable y confortable para los estudiantes y el personal.

Palabras claves: Edificios enfermos; Confort térmico; Confort lumínico; Confort acústico; Contaminación Ambiental.

"Sick Building Syndrome at the Faculty of Engineering of the Catholic University of Cuenca"

Abstract: The sick building syndrome refers to a set of symptoms that occur in people who spend long hours in buildings with environmental problems such as poor ventilation, humidity, inadequate lighting, and other similar factors. This can lead to negative impacts on the health and performance of students, teachers, and administrative staff who work or study in the building. To address this, a quantitative, non-experimental, and descriptive study was conducted using tools designed to measure elements such as particulate matter (PM), temperature, sound, and lighting. The main results indicate the presence of various risk factors that can affect students or workers who are inside the building, highlighting the importance of considering environmental comfort in the design and management of university buildings to ensure a healthy and comfortable environment for students and staff.

Keywords: Sick buildings; Thermal comfort; Lighting comfort; Acoustic comfort; Environmental pollution.



Cita: Jadán Mendez, D. M., & Torres Quezada, J. (2023). Síndrome de edificios enfermo en la facultad de ingeniería de la universidad católica de cuenca. Green World Journal, 6(1), 59.

<https://doi.org/10.53313/gwj61059>

Received: 20/Feb /2023

Accepted: 14/Apr /2023

Published: 20/Apr /2023

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

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



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

Creative Commons Attribution (CC BY).

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

1. Introducción

El Síndrome de Edificio Enfermo (SEE) es un fenómeno que ha sido ampliamente estudiado debido a los problemas que causa en la salud y el rendimiento de las personas que pasan largas horas en edificios con problemas ambientales [1,2]. Este estudio se enfoca en analizar los factores de riesgo generados por este síndrome en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca durante el periodo 2022–2023 e identificar el estado de las instalaciones en riesgo térmico, ventilación, iluminación y ruido.

Este estudio es de gran relevancia, ya que permite identificar los principales factores de riesgo que afectan la salud y el bienestar de los estudiantes, profesores y personal administrativo que trabajan o estudian en el edificio. Asimismo, la propuesta de mejora que se genere a partir de los resultados obtenidos podrá ser utilizada por las autoridades universitarias para tomar medidas preventivas y correctivas que permitan garantizar un ambiente saludable y confortable en el edificio, lo cual puede contribuir a mejorar el rendimiento académico y laboral de los individuos que hacen uso del espacio [3,4].

Vale la pena mencionar que el SEE, es un problema de salud ambiental que se refiere a un conjunto de síntomas físicos y mentales que experimentan las personas que pasan mucho tiempo en edificios con problemas de calidad del aire interior, iluminación, temperatura y otros factores ambientales, dentro de los síntomas más comunes del SEE son fatiga, dolores de cabeza, irritación de ojos, nariz y garganta, dificultades respiratorias, mareo y problemas de concentración. Estos síntomas pueden ser temporales o crónicos y pueden afectar a la salud y el bienestar de las personas que trabajan o viven en edificios enfermos [5,6].

La causa del SEE puede variar y puede ser el resultado de una combinación de factores ambientales y personales. Algunos de los factores ambientales que pueden contribuir al SEE incluyen la mala calidad del aire interior, la falta de ventilación, la contaminación del aire exterior, la humedad excesiva, la temperatura inadecuada, la iluminación deficiente, la exposición a productos químicos o tóxicos, y la presencia de alérgenos y otros contaminantes biológicos. Además, los factores personales como el estrés, la edad, el género y la salud preexistente pueden aumentar la susceptibilidad a los síntomas del SEE [7,8].

Diversos estudios han encontrado que la calidad del aire en edificios puede verse comprometida por diversas fuentes de contaminación, como es el caso de la mala ventilación y el uso de productos químicos. Por una parte, una inadecuada ventilación puede provocar la acumulación de dióxido de carbono y otros contaminantes en el aire, mientras que el uso de sustancias de limpieza, la decoración y la construcción puede provocar reacciones químicas volátiles que pueden tener efectos negativos en la salud de las personas [9,10].

Por otra parte, la exposición al ruido dentro de ambientes interiores de un edificio es un factor de riesgo que puede tener efectos negativos en la salud, el bienestar y la productividad de las personas. Son numerosas las fuentes de origen del ruido, entre las más frecuentes se destaca el tráfico exterior, construcciones cercanas, las instalaciones mecánicas y los vecinos ruidosos, dentro de los principales consecuencias se destaca la pérdida auditiva, la fatiga, el estrés, la ansiedad, el insomnio o en el peor de los casos la sordera permanente, también puede afectar el sistema nervioso central, la salud mental, la concentración, la comunicación y la calidad del sueño, afectando a las personas en tareas como trabajar y estudiar. Es importante destacar que la percepción del ruido es subjetiva y varía de persona a persona [2,11].

La iluminación es un factor de riesgo que a menudo se pasa por alto, sin embargo, uno de los problemas más comunes relacionados a esta variable es la fatiga visual. La fatiga visual puede

ocurrir cuando el sujeto debe de realizar una tarea en condiciones de iluminación inadecuadas, como la falta de luz natural, la luz demasiado brillante o la iluminación parpadeante. Lo que puede provocar en el sujeto síntomas que incluyen dolores de cabeza, mareos, fatiga y visión borrosa. La fatiga visual también puede aumentar el riesgo de errores y accidentes en el lugar de trabajo, afectando su calidad y productividad. Además, la luz brillante puede interferir con el sueño y el bienestar de las personas, especialmente aquellos que trabajan en turnos nocturnos [12].

A su vez, la temperatura es un factor de riesgo importante que puede afectar negativamente la salud humana. La exposición a temperaturas extremas como el calor puede tener consecuencias graves, como deshidratación, agotamiento por calor y golpe de calor, agravar enfermedades crónicas y aumentar el riesgo de ataques cardíacos o accidentes cerebrovasculares. Mientras que la exposición a temperaturas frías puede tener un impacto significativo en su bienestar y desempeño académico, afectando la atención, la memoria y la capacidad cognitiva de los estudiantes, lo que a su vez puede disminuir su rendimiento académico. Además, la exposición prolongada al frío puede aumentar el riesgo de enfermedades respiratorias e infecciones [5,13].

En este sentido, el confort ambiental, térmico, lumínico y acústico son factores clave para asegurar un ambiente saludable y productivo en cualquier edificación ya sean de tipo residencial, de salud, oficinas o de educación. Estos últimos pueden tener una mayor repercusión debido a la cantidad de usuarios y por el carácter de actividades que albergan. Los cuatro tipos de confort mencionados son esenciales para lograr un espacio apto para el aprendizaje [13,14].

2. Materiales y métodos

La presente investigación cuenta con una metodología con un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo analítico, de carácter no experimental y con una cohorte transversal. El objetivo principal de la investigación es analizar los factores de riesgos generados por el síndrome del edificio enfermo en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca, abarcando los siguientes riesgos térmicos, de ventilación, de iluminación y de ruido.

2.1 Área de estudio

La Universidad Católica de Cuenca es una Institución de Educación Superior fundada en 1970, cuya matriz se encuentra en la ciudad de Cuenca, Ecuador. Dicha institución cuenta con varias locaciones dentro del cantón las cuales presentan en su gran mayoría deterioros debido a su antigüedad y falta de mantenimiento. No obstante, para el presente estudio se consideró el edificio de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, es cual se sitúa en la zona norte de la ciudad.



Figura 1. Ubicación a nivel de Latinoamérica, a nivel del Ecuador y a nivel de la Provincia.

Para la elección del mismo se tomó en consideración varios factores como, su antigüedad, características de su construcción, flujo de estudiantes y su ubicación. Este último factor es de gran relevancia ya que el inmueble se encuentra ubicado en una de las zonas con mayor contaminación de la ciudad, esto se debe a que limita con una de las principales avenidas de la ciudad, la cual es fuente de contaminación sonora y ambiental. La tipología del edificio se compone de dos bloques de tres plantas de altura orientados de este a oeste y separados por un corredor central. El bloque norte se encuentra colindante con la Avenida de las Américas la cual es una vía de primer orden planificada inicialmente como eje periférico de la ciudad. El bloque sur está limitado por la Escuela Alberto Andrade Arízaga "Brummel".

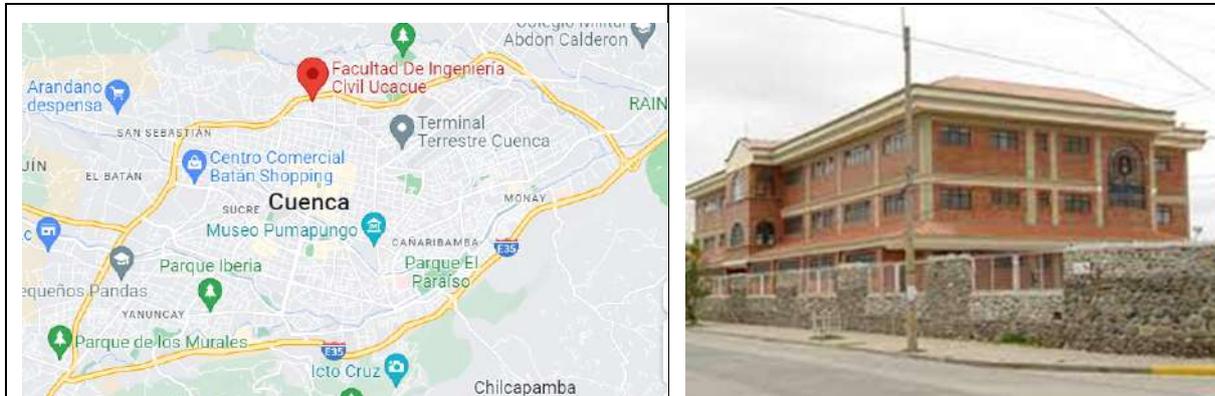


Figura 2. Ubicación en la ciudad y una foto externa del edificio

2.2 Método

Como método de investigación se hizo uso del enfoque cuantitativo el cual implica la recopilación de datos numéricos y su análisis estadístico. El tipo descriptivo analítico se enfoca en describir y analizar los fenómenos que se estudian, mientras que la investigación no experimental no manipula variables y se basa en la observación. La cohorte transversal implica la selección de una muestra y la recopilación de datos en un solo momento en el tiempo.

Para lograr los objetivos de la investigación, se llevaron a cabo diversas etapas metodológicas, como la revisión bibliográfica para la elaboración de la introducción y discusión, la identificación de los principales riesgos del edificio enfermo y la caracterización de los factores de riesgo en la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca. También se realizaron una evaluación de las instalaciones para determinar su estado actual en cuanto a los factores de riesgo, lo que permitirá la identificación de las áreas que requieren mejoras.

A su vez, se propondrán medidas de mejora para los diferentes factores de riesgo identificados, lo que permitirá establecer acciones concretas para mejorar las condiciones de los espacios de la facultad de ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca en términos de riesgos térmicos, de ventilación, de iluminación y de ruido.

2.3 Instrumentos

Para el levantamiento de información se hizo uso de un sensor de polvo conocido como "Sharp GP2Y1010AU0F" que es compatible con la placa Arduino Uno y puede medir la concentración de partículas finas en el aire. Este sensor utiliza un diodo emisor de luz (LED) y un fototransistor para detectar partículas en el aire. Cuando las partículas ingresan al sensor, la luz reflejada por las partículas es detectada por el fototransistor, lo que permite al sensor estimar la concentración de partículas. La señal de salida del sensor puede ser procesada por el microcontrolador de la placa Arduino Uno para mostrar la concentración de partículas en un display o enviarla a una plataforma

de registro de datos. Para la medición del aire se tomó como referencia la normativa NTP 549: denominada "El dióxido de carbono en la evaluación de la calidad del aire interior".

Mientras que para la medición de temperatura se implementó el instrumento de temperatura y humedad RC-51H es un medidor de mano que se utiliza para medir la temperatura y la humedad relativa del aire en una amplia variedad de aplicaciones. Este dispositivo funciona midiendo la resistencia eléctrica de un sensor de temperatura y un sensor de humedad para calcular la temperatura y la humedad relativa del aire. Hay que recalcar que el Estado Ecuatoriano no establece una temperatura dentro del aula de clases, sin embargo, para este estudio se hizo referencia del Real Decreto 486/1997 en donde establece que la temperatura se debe encontrar entre los 17 y 27 °C.

A su vez para la medición del sonido, se hizo uso de un dispositivo móvil, en el cual se instaló una aplicación para la medición de decibeles dentro de los puntos de muestra, para valorar el riesgo se usó como referencia el Decreto ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores del Ecuador en donde en su artículo 55.- denominado "Ruidos y vibraciones" en donde se puede ver en el numeral 7, una tabla que expresa la intensidad sonora y sus consecuencias.

Finalmente, para la medición de la intensidad lumínica se hizo uso de un dispositivo móvil, en el cual se instaló una aplicación para medir los niveles mínimos de iluminación; a su vez para valorar el riesgo se utilizó como referencia el Decreto ejecutivo 2393 del Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores del Ecuador en donde en su artículo 56.- denominado "Iluminación, niveles mínimos" en donde se puede ver en el numeral 1, los estándares establecidos para la iluminación.

2.4 Toma de muestras

Para la recolección de datos hizo uso de un muestreo aleatorio estratificado, en donde se establecen ciertas zonas de gran relevancia y se establece los días para la toma de muestras. En este caso se estableció diversas zonas de interés en la universidad durante los días 6 al 10 de marzo de 2023. Mientras que la toma de muestras se realizó en un horario matutino, medio día y vespertino, para capturar una amplia variedad de condiciones ambientales en diferentes momentos del día. Se utilizaron instrumentos específicos para cada variable de estudio, tales como luxómetro, sonómetro, termómetro y sensor de polvo, y se tomaron 55, 75, 74 y 70 muestras respectivamente. Como se puede ver en la tabla 1.

Tabla 1. Toma de muestras.

Fecha de recolección de datos	Horario de la muestra	Instrumento	Medida	Número de muestras por factor de riesgo
06/03/2023	Matutino	Luxómetro	Luxes (Lx)	114 muestras en la variable (Lx)
07/03/2023	Medio día	Sonómetro	Decibeles (dB)	75 muestras en la variable (dB)
08/03/2023	Vespertino	Termómetro	Grados Centígrados (°C)	74 muestras en la variable (°C)
09/03/2023		Sensor de polvo	Microgramos metro cúbico (µg/m ³)	70 muestras para la (µg/m ³)
10/03/2023				

Metodología aplicada para la toma de muestras.¹

¹ Las tomas de muestras fueron efectuadas en periodo de vacaciones, es decir que no se puede tener una apreciación real del edificio con actividades normales.

Por otra parte, se puede ver mediante la figura. 3 la ubicación cardinal del edificio y los puntos de muestra que se utilizaron en el estudio. Los puntos de muestra incluyen el pasillo de acceso en la planta baja, la oficina 106 también en la planta baja, el aula 201 y el aula 212 en la primera planta alta, y el aula 312 en la segunda planta alta. La selección de estos puntos de muestreo se basó en factores como la presencia de estudiantes y personal en estas áreas, así como su uso frecuente en las actividades diarias del edificio.

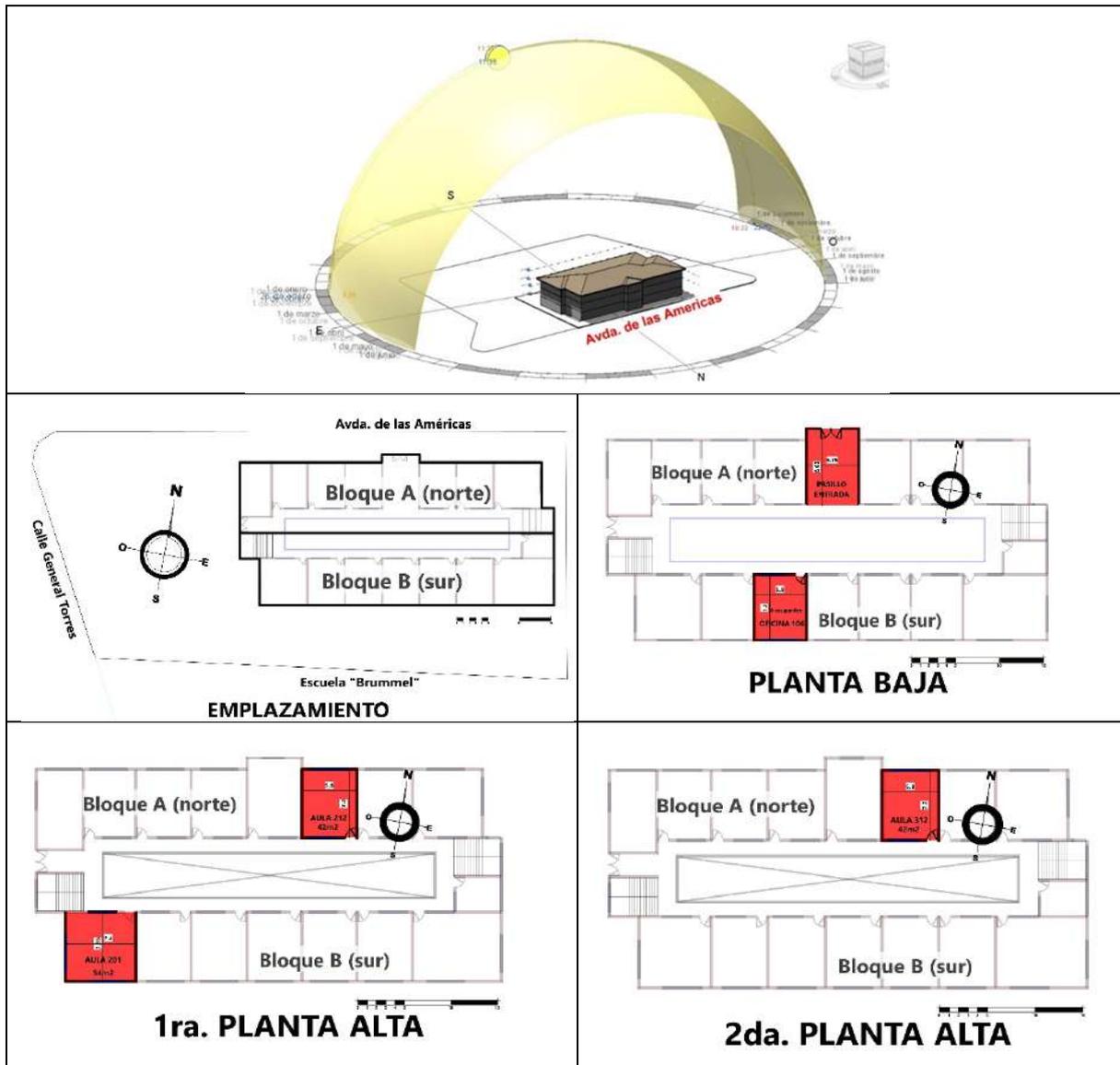


Figura 3. Ubicación cardinal del edificio y selección de la muestra

3. Resultados

Los resultados de esta investigación se encuentran divididos en calidad del aire, temperatura, sonido e iluminación, los cuales se presenta a continuación:

3.1. CALIDAD DEL AIRE

Se tomaron 70 muestras, divididas en 5 zonas y en cada zona se midió 14 veces, la recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, como valor mínimo de microgramos metro cubico se encontró un valor mínimo de 570 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y un valor máximo de 705,74 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), a su vez se tuvo una media de 662,0214 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) y una desviación estándar de 30,65340. Estos resultados manifiestan que la concentración

de material particulado es alta, y puede causar irritación en ojos, nariz y garganta, así como mareos y náuseas, según la normativa utilizada.

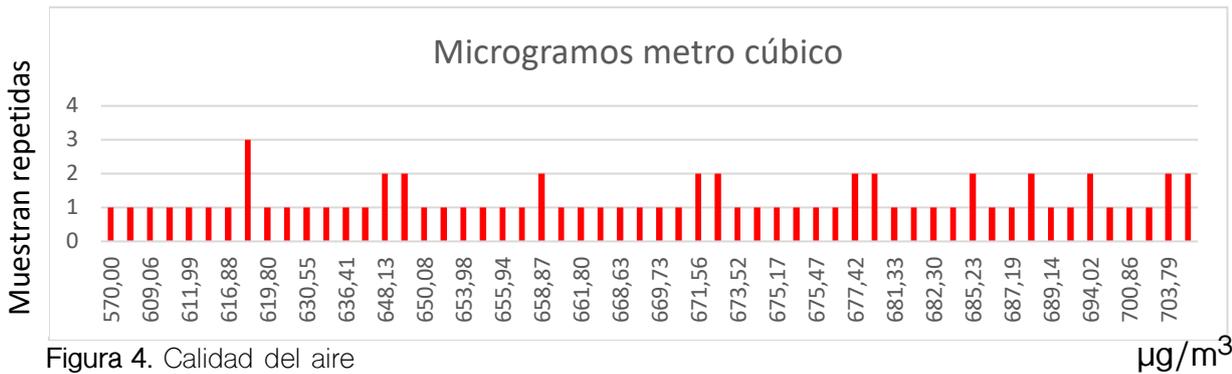


Figura 4. Calidad del aire

3.2. TEMPERATURA

Se tomaron 74 muestras, clasificadas en 5 zonas y divididas de la siguiente forma: En el Pasillo de acceso PB, se tomó 9 muestras; en la Oficina 106 (PB), se tomó 12 muestras; en el Aula 201 (1ra. PA), se tomaron 12 muestras; en el Aula 212 (1ra. PA), se tomaron 12 muestras y en el Aula 312 (2da. PA), se tomaron 11 muestras. La recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, el valor mínimo de temperatura fue de 16,3 °C y el máximo de 24 °C mientras que la media fue de 19,21 °C con una desviación estándar de 1,55. Los resultados manifiestan que el 71,6% de los datos representa una temperatura fresca y el 28% una temperatura cálida. La normativa señala que la temperatura fresca o moderada, que suele ser cómoda para la mayoría de las personas y que la temperatura cálida o confortable, que es adecuada para la mayoría de las actividades diarias. Según la normativa utilizada.

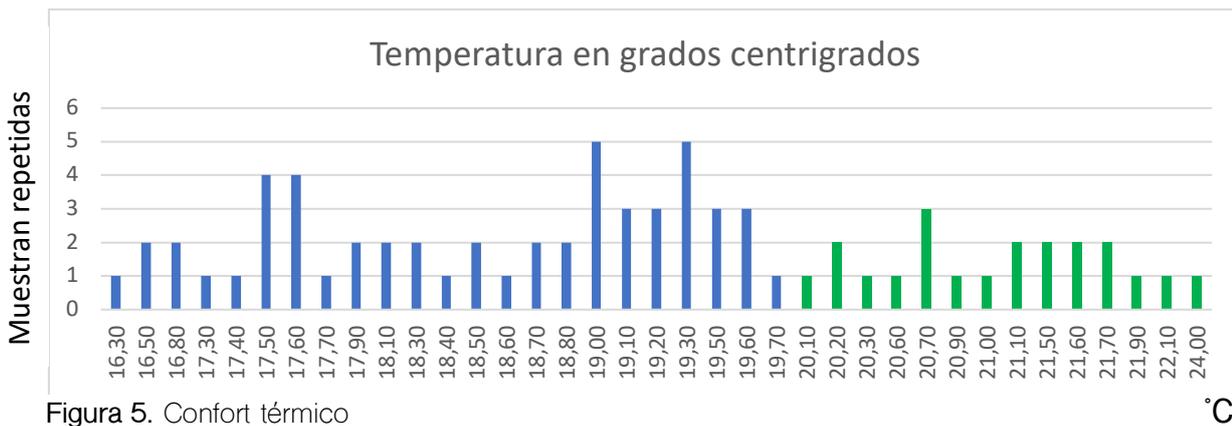


Figura 5. Confort térmico

3.3. SONIDO

Se tomaron 75 muestras, divididas en 5 zonas y en cada zona se midió 15 veces, la recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, como valor mínimo en decibeles se obtuvo 51 (dB) y como valor máximo se obtuvo 72 (dB), a su vez se tuvo una media de 61,04(dB) y una desviación estándar de 5,16, estos resultados manifiestan que el riesgo acústico es bajo. Según la normativa utilizada.

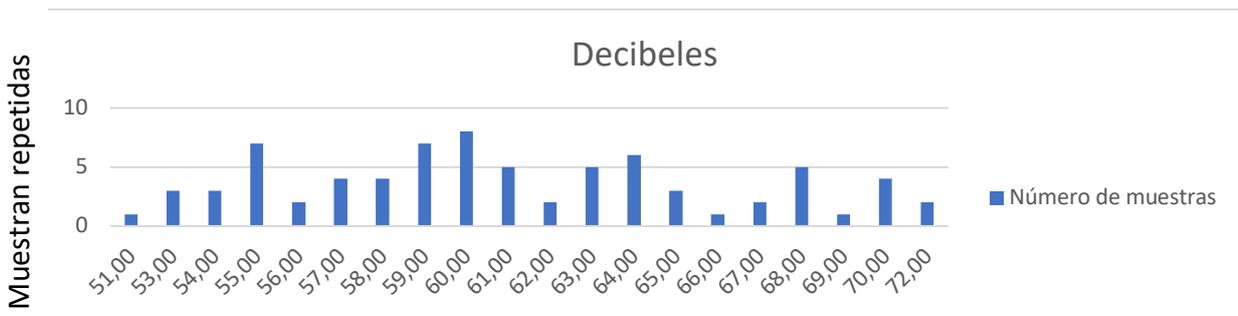


Figura 6. Niveles sonoros

dB

3.4. ILUMINACIÓN

Se tomaron 114 muestras, clasificadas en dos grupos de “Persianas abiertas y luces prendidas” (PALP) y “Persianas abiertas y luces apagadas” (PALA) en 5 zonas divididas de la siguiente forma: En el Pasillo de acceso PB, se tomó 18 muestras; en la Oficina 106 (PB), se tomó 24 muestras; en el Aula 201 (1ra. PA), se tomaron 24 muestras; en el Aula 212 (1ra. PA), se tomaron 24 muestras y en el Aula 312 (2da. PA), se tomaron 24 muestras. La recolección de las muestras se realizó entre los días 06/03/2023 y los días 10/03/2023, en los tres horarios establecidos, el valor mínimo de Luxes fue de 4 Lx y el máximo de 1050 Lx, mientras que la media fue de 265,8 Lx con una desviación estándar de 207,199. Los resultados manifiestan que el 21,9% de los datos representa una iluminación muy baja, que puede dificultar la realización de tareas o actividades, representado con 25 muestras de (PALA); seguido de un 20,2% de iluminación baja, que puede ser adecuada para actividades en las que se requiere poca precisión o atención visual, representado con 6 muestras de (PALP) y 17 muestras de (PALA); un 47,4% de iluminación media, que es adecuada para la mayoría de las tareas y actividades diarias; con una representación de 42 muestras de (PALP) y 12 muestras de (PALA); un 9,6% de iluminación alta, la cual es recomendada para tareas que requieren una mayor atención visual, como la lectura o la escritura. Con una representación de 8 muestras para (PALP) y 3 muestras para (PALA) y finalmente, un 0,9% de iluminación muy alta, adecuada para tareas que requieren una atención visual muy precisa, como la manipulación de objetos pequeños o la realización de trabajos detallados, con una representación de una muestra para (PALP). Según la normativa utilizada.

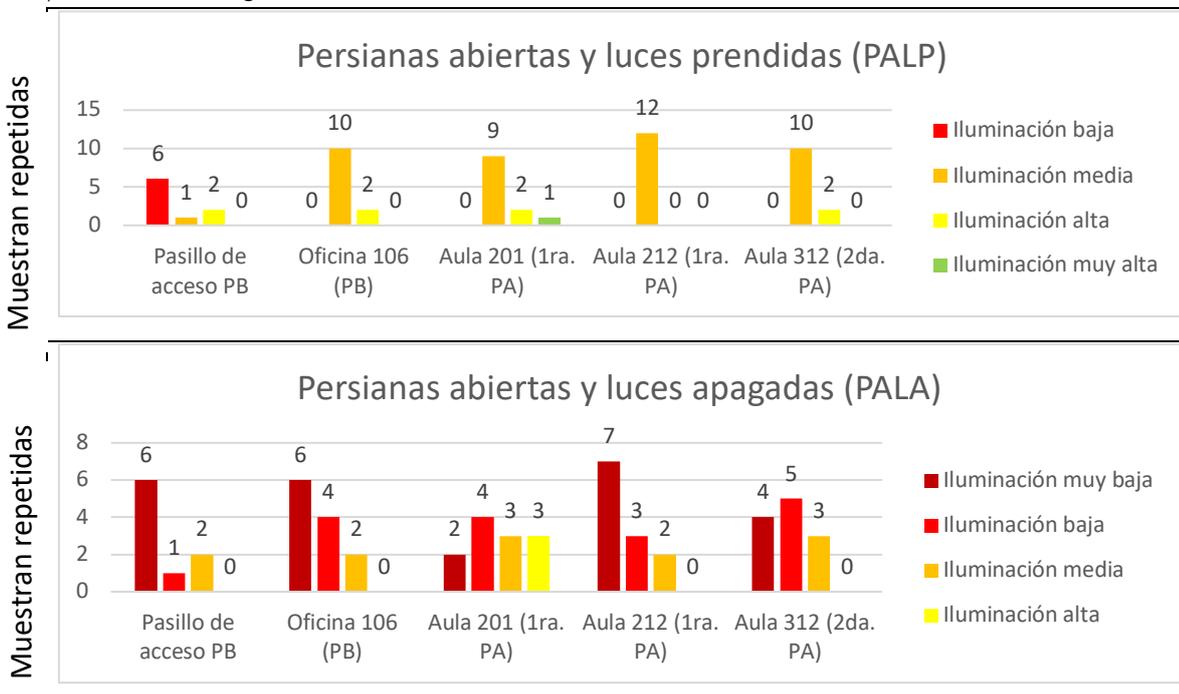


Figura 7. Calidad lumínica

4. Discusión

Los resultados en el presente estudio en virtud de la calidad del aire, indica que se podría generar problemas de salud a sus ocupantes. De acuerdo con estudios previos, la exposición prolongada a altas concentraciones de material particulado puede tener efectos nocivos en la salud humana. Un estudio de Casino, encontró una relación significativa entre la exposición al material particulado y la disminución de la función pulmonar. Otro estudio de Khan encontró una relación entre la exposición al material particulado y el riesgo de enfermedades cardiovasculares [15,16].

En relación a las normativas, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que la concentración de material particulado en el aire no supere los 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio anual y los 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en promedio diario. Los valores encontrados en este estudio exceden ampliamente estos límites, lo que indica que se deben tomar medidas para reducir la concentración de material particulado en el aire dentro del edificio.

En relación de la temperatura, se puede observar que mantener una temperatura adecuada en los edificios para prevenir el Síndrome del Edificio Enfermo. Por ejemplo, según el estudio de Abdallah en 2016, manifiesta que una temperatura moderada en el ambiente interior mejora el desempeño cognitivo y reduce el riesgo de enfermedades respiratorias y alergias [3].

Además, los resultados de la investigación también indican que el 28% de los datos representa una temperatura cálida, la cual puede ser adecuada para ciertas actividades específicas, pero puede resultar incómoda para la mayoría de las personas si se mantiene durante períodos prolongados. Esta información coincide con lo señalado por otros autores, como Carvajal, quien manifiesta el grado de confort térmico en las aulas de clases, en el que se incluye la temperatura como uno de los factores principales [17].

Por otra parte, se han estudiado los efectos del ruido en edificios y han encontrado que la exposición al ruido puede afectar la salud de los ocupantes, especialmente en términos de estrés y fatiga. En este sentido, la normativa establece límites de exposición al ruido en los edificios para proteger la salud de los ocupantes, en esta investigación se pudo observar que los niveles de ruido no presentaban riesgo [2].

Estos resultados sugieren que la iluminación en el edificio no siempre cumple con los niveles recomendados para el bienestar y el rendimiento visual. Varios estudios han demostrado que la iluminación inadecuada puede afectar negativamente la salud y el bienestar de las personas, como el rendimiento visual, la fatiga ocular, la cefalea, la somnolencia y el estrés. Además, la iluminación también puede afectar el rendimiento cognitivo y emocional, como la atención, la memoria, el estado de ánimo y la satisfacción laboral. Por lo tanto, es importante que los edificios estén diseñados y mantenidos con una iluminación adecuada para promover la salud, el bienestar y el rendimiento de las personas (13,12).

5. Conclusión

En conclusión, se puede afirmar que el síndrome de edificios enfermos es un problema relevante en el bloque de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca en el periodo 2022-2023, y que existen diversos factores de riesgo asociados a este síndrome en dicho edificio.

A través de nuestro marco sistemático, pudimos identificar los principales riesgos térmicos, de ventilación, de iluminación y de ruido en el edificio, lo que nos permitió realizar una evaluación detallada del estado de las instalaciones en relación a estos factores de riesgo.

En general, se encontraron niveles de ruido, iluminación, ventilación y temperatura que pueden generar riesgos para la salud y el bienestar de las personas que utilizan el edificio. En particular, se identificaron algunos espacios con niveles de ruido, iluminación y temperatura que superan los umbrales de seguridad recomendados.

A partir de estos resultados, se propone una serie de mejoras que pueden ser implementadas para reducir los riesgos asociados al síndrome de edificios enfermos en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Cuenca. Entre estas mejoras, se destacan la revisión y mantenimiento de las instalaciones de ventilación, la regulación y optimización de la iluminación, la implementación de medidas de control del ruido, y la evaluación periódica de los factores de riesgo. En conclusión, este estudio es un primer paso importante para mejorar las condiciones de habitabilidad del edificio y garantizar la salud y el bienestar de las personas que lo utilizan.

Recomendaciones:

Sobre la base de los resultados obtenidos en este estudio, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar el confort ambiental, acústico, lumínico y térmico del edificio en cuestión:

1. Mejorar la envolvente del edificio: se recomienda mejorar la envolvente del edificio con materiales que cumplan con las normas establecidas para disminuir las pérdidas térmicas. Además, se sugiere mejorar la orientación de los espacios para aprovechar al máximo la radiación solar y reducir la necesidad de calefacción.
2. Implementar sistemas de climatización adecuados: se sugiere la implementación de sistemas de calefacción y ventilación que permitan mantener una temperatura agradable en el interior del edificio y mejorar la calidad del aire.
3. Aumentar la superficie vidriada: se recomienda aumentar la superficie vidriada en el edificio para aprovechar la iluminación natural y mejorar el confort lumínico en los espacios.
4. Insonorización: se sugiere implementar medidas de insonorización en las áreas más expuestas al ruido, como la fachada que da a la avenida de alto tráfico. Además, se recomienda evaluar la posibilidad de instalar paneles absorbentes de sonido en las áreas de mayor necesidad.
5. Implementar medidas de ventilación adecuadas: se sugiere implementar medidas de ventilación adecuadas que permitan la renovación de aire en el interior del edificio, como la instalación de sistemas de ventilación mecánica controlada o la renovación de las ventanas existentes para mejorar la circulación del aire.
6. Se recomienda replicar la investigación en periodo académico.

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.

Contribución de autores: Idea, tabulación, trabajo de campo, revisión, redacción, metodología, software, validación, edición (D.J-J.T), revisión, supervisión (J.T).

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Zhang X, Lin F. Comprehensive evaluation of indoor air quality in residential buildings in northern China. *Journal of Environmental Sciences*. 2020: p. 92, 120–128.
2. Barreiro M, Laffon B. Síndrome del edificio enfermo: una revisión crítica de los factores de riesgo. *Revista de Salud Ambiental*. 2020: p. 20(1), 57–70.
3. Abdallah T, Charron C. Indoor air quality in Canadian multi-unit residential buildings: A review. *Building and Environment*. 2016: p. 106, 264–274.
4. Chen H, Li Y. A review of indoor air quality and related human health effects in China. *Science of the Total Environment*. 2020: p. 701, 134751.
5. Soares J, Fernandes MA. Discusión del síndrome del edificio enfermo en trabajadores de la salud. *Revista Cubana de Enfermería*. 2020: p. 36(2), 1–16.
6. Córdoba C, Aragonese H. Factores de riesgo relacionados con el trabajo en ambientes térmicos extremos. *Medicina y Seguridad del Trabajo*. 2018: p. 64(253), 29–42.
7. Corzo E, Morán R. Prevalencia del síndrome del edificio enfermo en trabajadores de la industria manufacturera. *Boletín de Malariología y Salud Ambiental*. 2022: p. 62(1), 47–54.
8. Hong J, Ji Y. Assessment of the air quality of subway stations and characterization of the particulate matter (PM) inside subway train carriages in Seoul, Korea. *Environmental pollution*. ;: p. 249, 247–256.
9. Torija A, Ruiz D. Evaluation of the exposure to noise pollution in urban parks. *Journal of Environmental Management*. 2017: p. 193, 377–384.
10. Biondi D, Viggiani V. Indoor air quality and sick building syndrome: a review of the Italian regulatory framework. *Sustainability*. 2019: p. 11(24), 7131.
11. González C, Ortega M. PRINCIPALES FACTORES DE RIESGO EN EL PROFESIONAL DE ENFERMERÍA EN LA UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS. *Enfermería y Educación*. 2019;: p. 197.
12. Stathopoulos T, Psarrou E. Lighting quality and energy efficiency in office environments: A review of the literature. *Energy and Buildings*. 2017: p. 152, 359–374.
13. Boyce PR, Boubekri M. Human light exposure and circadian disruption. *Lighting Research & Technology*. 2019: p. 51(5), 605–618.
14. Soares J. Síndrome del edificio enfermo en tiempos de pandemia por COVID-19. *Revista Cubana de Enfermería*. 2020: p. 36.
15. Cansino R, Rosales J. Noise pollution and hearing loss: a review. *Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2018: p. 56(2), 192–200.
16. Khan I, Ziauddin S. Indoor air pollution: a comprehensive review. *Journal of Environmental Science and Health, Part C*. 2017: p. 35(5), 209–239.
17. Carvajal R, Robles J, Solís J. Sistema de análisis energético y de temperatura de las ventanas de un aula de clase con y sin aislamiento térmico. *Revista de Iniciación Científica*. 2018; 4(2), 26–30.



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

RESEARCH ARTICLE

Análisis de riesgos y Vulnerabilidades en el proceso de Negocio “Emisión de Tarjetas de Crédito y Débito” de la Cooperativa Policía Nacional con sede en la ciudad de Quito - Ecuador

Solano Gutiérrez Gerardo Alfredo ¹  Núñez Freire Luis Alfonso¹  Mendoza Loor José Javier ¹ 

Choez Calderón Cindy Johanna ¹ 

¹ Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas – Sede Santo Domingo de Los Tsáchilas

✉ Correspondencia: gerardo.solano@utelvt.edu.ec  593 99 710 0105

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj61060>

Resumen: Este documento presenta un análisis de riesgos y vulnerabilidades del proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito en la Cooperativa Policía Nacional en Quito, Ecuador. El estudio tuvo como objetivo identificar los riesgos y vulnerabilidades presentes en el proceso y proponer estrategias para mitigarlos. El problema radica en los posibles riesgos y vulnerabilidades que pueden ocurrir durante el proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito, lo que puede impactar negativamente en la seguridad y continuidad del negocio de la organización. El objetivo del estudio fue identificar y analizar estos riesgos y vulnerabilidades para proponer estrategias para mitigarlos. La metodología utilizada fue el método OCTAVE Allegro, que incluye la identificación de activos, amenazas, vulnerabilidades e impactos, y el cálculo de niveles de riesgo. Los resultados del análisis revelaron varios riesgos y vulnerabilidades, como controles de acceso inadecuados, falta de conciencia y capacitación de los empleados, y monitoreo y vigilancia insuficiente del proceso. Para abordar estos riesgos y vulnerabilidades, el informe propone una serie de recomendaciones, como fortalecer los controles de acceso, proporcionar capacitación regular a los empleados, establecer un plan de gestión de riesgos e implementar mecanismos de monitoreo y vigilancia. En conclusión, el estudio destaca la importancia de implementar el análisis de riesgos y vulnerabilidades en los procesos empresariales para garantizar la seguridad y continuidad de las operaciones. Las estrategias propuestas pueden servir como una referencia útil para otras instituciones financieras que enfrentan desafíos similares. Es fundamental mejorar y actualizar continuamente las medidas de seguridad para estar al día con las amenazas y vulnerabilidades en constante evolución.

Palabras claves: Crédito, Debito, Emisión, Riesgo, Vulnerabilidad.



Cita: Solano Gutiérrez, G. A., Núñez Freire, L. A., Mendoza Loor, J. J., & Choez Calderón, C. J. (2023). Análisis de riesgos y Vulnerabilidades en el proceso de Negocio “Emisión de Tarjetas de Crédito y Débito” de la Cooperativa Policía Nacional con sede en la ciudad de Quito – Ecuador. Green World Journal, 6(1), 060.

<https://doi.org/10.53313/gwj61060>

Received: 15/Feb /2023

Accepted: 23/Apr /2023

Published: 26/Apr /2023

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

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



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

Creative Commons Attribution (CC BY).

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

Risk and Vulnerability Analysis in the Business Process of "Credit and Debit Card Issuance" of the National Police Cooperative based in the city of Quito - Ecuador

Abstract: This document presents a risk and vulnerability analysis of the credit and debit card issuance process at the National Police Cooperative in Quito, Ecuador. The study aimed to identify the risks and vulnerabilities present in the process and propose strategies to mitigate them. The problem lies in the potential risks and vulnerabilities that can occur during the credit and debit card issuance process, which can negatively impact the organization's security and business continuity. The objective of the study was to identify and analyze these risks and vulnerabilities to propose strategies to mitigate them. The methodology used was the OCTAVE Allegro method, which includes identifying assets, threats, vulnerabilities, and impacts, and calculating risk levels. The results of the analysis revealed several risks and vulnerabilities, such as inadequate access controls, lack of awareness and training of employees, and insufficient monitoring and surveillance of the process. To address these risks and vulnerabilities, the report proposes a series of recommendations, such as strengthening access controls, providing regular training to employees, establishing a risk management plan, and implementing monitoring and surveillance mechanisms. In conclusion, the study highlights the importance of implementing risk and vulnerability analysis in business processes to ensure the security and continuity of operations. The proposed strategies can serve as a useful reference for other financial institutions facing similar challenges. It is crucial to continuously improve and update security measures to keep up with the evolving threats and vulnerabilities.

Keywords: Credit, Debit, Issuance, Risk, Vulnerability.

1. Introducción

El presente documento tiene como finalidad analizar los riesgos y vulnerabilidades en el proceso de negocio "Emisión de Tarjetas de Crédito y Débito" de la Cooperativa Policía Nacional con sede en la ciudad de Quito, Ecuador. En la era digital, las instituciones financieras se enfrentan a múltiples desafíos relacionados con la seguridad de la información y la gestión de riesgos (BIS, 2018). La emisión de tarjetas de crédito y débito es un proceso crítico en el negocio de las entidades financieras, y su éxito depende en gran medida de la adecuada identificación, evaluación y mitigación de los riesgos y vulnerabilidades asociadas (NIST, 2018).

El proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito en la Cooperativa Policía Nacional se enfrenta a diversos riesgos y vulnerabilidades que podrían afectar negativamente la operatividad y la reputación de la entidad, como lo señalan García y Céspedes (2020). Entre los principales problemas se encuentran la falta de procedimientos estandarizados, la inadecuada capacitación del personal, el uso de tecnologías obsoletas y la exposición a ciberataques, según lo indicado por Aldana et al. (2018). La falta de un enfoque proactivo en la gestión de riesgos y la inadecuada asignación de recursos para la mitigación de amenazas, también son problemas que podrían agravar aún más esta situación, según la norma ISO/IEC (2018).

La ausencia de políticas y procedimientos claros en el proceso de emisión de tarjetas puede generar inconsistencias en la atención al cliente, así como en la toma de decisiones y en la asignación de responsabilidades (Aldana et al., 2018). Esto puede aumentar la probabilidad de errores humanos y fraudes internos, lo que afecta la confiabilidad y la seguridad del proceso (NIST, 2018). La falta de capacitación del personal en temas relacionados con la seguridad de la información y la gestión de riesgos puede generar brechas de conocimiento que dificultan la identificación y el tratamiento de vulnerabilidades y amenazas (BIS, 2018). La utilización de sistemas y tecnologías desactualizadas puede aumentar la exposición a riesgos de seguridad y limitar la capacidad de la entidad para responder adecuadamente a las demandas del mercado y a las necesidades de sus clientes (García & Céspedes, 2020).

La realización de un análisis de riesgos en el proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito en la Cooperativa Policía Nacional es esencial para establecer un marco de referencia que permita la implementación de las mejores prácticas internacionales en cuanto al tratamiento y control de este proceso de negocio. Tal como lo indica el Instituto Nacional de Tecnología y Estándares (NIST) en su Marco para la Mejora de la Ciberseguridad de la Infraestructura Crítica, la identificación y gestión de riesgos es un componente clave para garantizar la continuidad de las operaciones y proteger los activos de información de una organización (NIST, 2018).

Además, el resultado del análisis permitirá verificar y actuar en base a la metodología utilizada, tal como lo señalan Aldana et al. (2018) en su Modelo de Gestión de Riesgos de Seguridad de la Información para la Cooperativa Policía Nacional. De esta manera, se podrán identificar las debilidades y vulnerabilidades del proceso y establecer medidas de mitigación adecuadas. Esto permitirá asegurar la continuidad de las operaciones del proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito y minimizar los riesgos asociados. Asimismo, este análisis permitirá generar nuevos proyectos que permitan mejorar la eficacia y la eficiencia del proceso, y adaptarse a los desafíos cambiantes del mercado financiero. Según García y Céspedes (2020), la implementación de un enfoque proactivo en la gestión de riesgos y la actualización de las tecnologías y sistemas utilizados en el proceso de emisión de tarjetas son acciones necesarias para afrontar los desafíos actuales y futuros en materia de seguridad y competitividad en el mercado financiero.

A fin de establecer un marco referencial para su proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito que permita abarcar los diversos controles y acciones necesarias para asegurar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos de información en los cuales se apoya el proceso definido y la continuidad de sus operaciones. Según el documento "Manual de Seguridad de la Información de la CPN" (2018), estos controles, planes de tratamiento y proyectos de mejora se incorporarán al sistema de Gestión de Proyecto (SGSI) de la CPN para proporcionar un seguimiento adecuado y garantizar la eficacia del proceso. Los objetivos específicos del marco referencial incluyen la definición de proyectos y oportunidades de mejora del proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito a través del análisis de riesgos, la clasificación de los activos de información, la identificación y propuesta de controles en los subprocesos dependientes, la definición de contingencias y continuidad para asegurar la continuidad de las operaciones, y la identificación y lista de los activos críticos del proceso.

En conclusión, abordar adecuadamente los problemas identificados y adoptar medidas de mitigación efectivas, la entidad podrá mejorar su capacidad para enfrentar los desafíos del mercado, proteger los datos de sus clientes y garantizar la satisfacción de sus usuarios (NIST, 2018). Además, la implementación de un enfoque proactivo en la gestión de riesgos y la actualización de las tecnologías y sistemas utilizados contribuirá a fortalecer la resiliencia y la competitividad de la Cooperativa Policía Nacional en el mercado financiero (García & Céspedes, 2020).

2. Materiales y métodos

2.1 Materiales

El objetivo principal del estudio fue identificar y evaluar los riesgos y vulnerabilidades presentes en el proceso de negocio de emisión de tarjetas de crédito y débito en la Cooperativa Policía Nacional, con el fin de proponer medidas preventivas y correctivas para mitigar estos riesgos y proteger los activos de la cooperativa y los intereses de sus clientes.

El método utilizado para el análisis de riesgos y vulnerabilidades se basó en la revisión documental de los procesos de negocio, entrevistas con el personal clave de la cooperativa y la aplicación de técnicas de evaluación de riesgos y vulnerabilidades. En particular, se utilizó una matriz

de evaluación de riesgos y vulnerabilidades para priorizar y clasificar los riesgos identificados. Además, se realizaron reuniones con el personal para discutir y validar los hallazgos del estudio y proponer medidas preventivas y correctivas para mitigar los riesgos identificados. En general, el estudio proporcionó información valiosa para mejorar la gestión de riesgos y proteger los activos y la reputación de la Cooperativa Policía Nacional en la emisión de tarjetas de crédito y débito.

2.2 Métodos

En cuanto al método utilizado, se llevó a cabo una revisión documental de los procesos de negocio y se identificaron los riesgos y vulnerabilidades asociados a cada uno. Se realizó una evaluación cualitativa y cuantitativa de los riesgos identificados y se priorizaron aquellos con mayor impacto. El alcance del estudio se centró en el proceso de negocio de "Emisión de Tarjetas de Crédito y Débito" en la Cooperativa Policía Nacional en la ciudad de Quito – Ecuador. Los resultados del estudio proporcionaron información importante sobre los riesgos y vulnerabilidades en el proceso de negocio de emisión de tarjetas de crédito y débito, lo que podría ser útil para informar la toma de decisiones y mejorar la gestión de riesgos en la Cooperativa Policía Nacional.

La metodología rigurosa y sistemática utilizada en el estudio de evaluación de riesgos en la emisión de tarjetas de crédito y débito permitió una comprensión completa de los procesos de negocio y las actividades relacionadas. Al recopilar información de primera mano, los investigadores pudieron identificar con precisión las amenazas y vulnerabilidades asociadas con el proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito, y desarrollar medidas de seguridad y planes de contingencia efectivos para mitigar los riesgos identificados, el uso de técnicas de evaluación cualitativas y cuantitativas en el estudio de evaluación de riesgos en la emisión de tarjetas de crédito y débito permitió una evaluación rigurosa de los riesgos asociados con estos procesos. Al evaluar los riesgos en términos de su probabilidad de ocurrencia y su impacto en el negocio y los clientes, los investigadores pudieron identificar los riesgos más críticos y tomar medidas efectivas para mitigarlos. Esta metodología rigurosa garantiza la validez y confiabilidad de los resultados obtenidos, lo que proporciona una base sólida para la toma de decisiones de seguridad y la implementación de medidas de mitigación de riesgos.

3. Resultados

3.1 Identificación de los activos críticos y riesgos

3.1.1 Identificación de los activos críticos y su valor en el proceso de negocio.

En esta etapa se deben identificar todos los activos de información que conforman el proceso, área o servicio que es objeto del análisis de riesgo. De esta forma se contará con el inventario sobre el cual se van a identificar u analizar los escenarios de riesgo. Para este efecto se recogerán todos los activos de las siguientes categorías. En esta etapa se valoran los activos de acuerdo con su importancia para la prestación del servicio o la ejecución del proceso que soporta. Para esta valoración se calificarán cuatro criterios para cada activo: La importancia de la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad, de forma que se pueda calcular un único valor de importancia del activo que sirva como criterio de priorización de los riesgos identificados.

La escala para la valoración de los activos en cada una de los criterios es:

- Crítico
- Alto
- Medio
- Bajo

La fórmula para combinar los valores obtenidos en cada criterio es la siguiente:

Importancia = (Confidencialidad + Integridad + Disponibilidad) / 3

A su vez se define la dependencia que existe entre la importancia del proceso o servicio soportado y los activos que lo soportan.

En la gestión de riesgos de la seguridad de la información, la identificación de los activos es una etapa crítica, ya que permite tener un inventario completo de los elementos que conforman el proceso, área o servicio que es objeto del análisis de riesgo. La identificación de activos de información se basa en la recopilación de información de todas las categorías de activos que intervienen en el proceso o servicio. Una vez identificados los activos, es necesario valorarlos de acuerdo a su importancia para la prestación del servicio o la ejecución del proceso que soporta. Para ello, se deben calificar cuatro criterios para cada activo: la importancia de la confidencialidad, la integridad y la disponibilidad, de forma que se pueda calcular un único valor de importancia del activo que sirva como criterio de priorización de los riesgos identificados. La escala para la valoración de los activos en cada uno de los criterios es crítico, alto, medio y bajo.

3.1.2 Identificación de las amenazas y vulnerabilidades existentes.

En esta etapa se tiene como objetivo identificar los eventos que puedan generar consecuencias negativas para el cumplimiento del proyecto a través de la afectación a las personas, los procesos o relacionados con dichos objetivos. Algunas de las fuentes que se utilizarán para identificar riesgos de proyecto son:

- Eventos, incidentes o posibles brechas de seguridad.
- Experiencia de los responsables de realizar la identificación de los riesgos.
- Autoevaluaciones, terceros, expertos en los procesos.

Para cada proceso se realizará teniendo como parámetro principal los factores de riesgo, ya que son aquellas fuentes generadoras de eventos, internas o externas, que pueden originar pérdidas en las operaciones o afectar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y de seguridad de la Cooperativa.

La identificación de riesgos es una etapa fundamental en la gestión de proyectos, ya que permite identificar los eventos que pueden tener consecuencias negativas para el cumplimiento del proyecto. En este sentido, la identificación de riesgos se enfoca en identificar las fuentes generadoras de eventos internas o externas que pueden originar pérdidas en las operaciones o afectar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y de seguridad de la cooperativa. Las fuentes que se utilizan para identificar riesgos de proyecto son variadas, entre ellas se encuentran los eventos, incidentes o posibles brechas de seguridad, la experiencia de los responsables de realizar la identificación de los riesgos, las autoevaluaciones, terceros y expertos en los procesos. Es importante tener en cuenta que para cada proceso se debe tener como parámetro principal los factores de riesgo, ya que son aquellos que pueden originar pérdidas en las operaciones o afectar el cumplimiento de los objetivos estratégicos y de seguridad de la cooperativa.

Para llevar a cabo una correcta identificación de riesgos, es necesario contar con una metodología o herramientas que permitan la clasificación y evaluación de los riesgos. Una metodología de identificación de riesgos bien estructurada permite una identificación temprana de los riesgos y su categorización según su probabilidad e impacto, lo que a su vez facilita la priorización y la definición de las medidas de mitigación necesarias. La dinámica del entorno y de los procesos puede generar nuevos riesgos o modificar los existentes, por lo que se deben realizar revisiones periódicas para mantener actualizado el plan de gestión de riesgos

3.2 Evaluación y análisis de las medidas de seguridad

3.2.1 Identificación de las medidas de seguridad existentes.

La identificación de las medidas de seguridad existentes es un paso crucial en el proceso de evaluación de la seguridad de un sistema. Según el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST), "la identificación de las medidas de seguridad existentes es la base para comprender la seguridad de un sistema y debe ser el primer paso en cualquier proceso de evaluación de la seguridad" (NIST, 2021, p. 1). Esto es esencial para evitar la duplicación de esfuerzos y garantizar que todas las medidas necesarias se hayan implementado.

Además de ser el primer paso en el proceso de evaluación de la seguridad de un sistema, la identificación de las medidas de seguridad existentes es fundamental para mantener un inventario actualizado de las medidas de seguridad implementadas en el sistema. Como indica el NIST, "el inventario de las medidas de seguridad proporciona una visión general de las medidas de seguridad implementadas en el sistema y permite a los responsables de la seguridad identificar las áreas que necesitan mejoras" (NIST, 2021, p. 1). De esta manera, se pueden tomar medidas para cerrar las brechas de seguridad y mejorar la seguridad general del sistema.

La importancia de identificar las medidas de seguridad existentes en un sistema como un paso crucial en el proceso de evaluación de la seguridad. Se argumenta que esta identificación es fundamental para comprender la seguridad de un sistema y evitar la duplicación de esfuerzos en la implementación de medidas adicionales. Además, se destaca la importancia de mantener un inventario actualizado de las medidas de seguridad implementadas para identificar áreas que necesitan mejoras y cerrar las brechas de seguridad. Con esto el mantener un inventario actualizado de las medidas de seguridad implementadas es esencial para identificar áreas que necesitan mejoras y cerrar las brechas de seguridad. Si los responsables de la seguridad tienen una visión general de las medidas de seguridad implementadas en el sistema, pueden tomar medidas para mejorar la seguridad general y evitar posibles vulnerabilidades.

La evaluación periódica de las medidas de seguridad implementadas es fundamental para garantizar su efectividad y la gestión de riesgos en la emisión de tarjetas de crédito y débito. Según el NIST, "la evaluación periódica de las medidas de seguridad es necesaria para garantizar que las medidas de seguridad implementadas sigan siendo efectivas y apropiadas para las amenazas actuales" (NIST, 2021, p. 1). Esto implica realizar revisiones periódicas de las medidas de seguridad implementadas y evaluar su efectividad en la gestión de riesgos. La evaluación periódica también puede ayudar a identificar nuevas amenazas y vulnerabilidades, lo que permite tomar medidas para mitigar los riesgos identificados. Esta debe ser una práctica regular en la organización. Esto permitirá que las medidas de seguridad estén actualizadas y se ajusten a las amenazas y vulnerabilidades actuales. También permitirá que la organización tome medidas para mejorar la seguridad general y reducir los riesgos asociados al proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito. Se recomienda que la evaluación periódica de las medidas de seguridad se realice al menos una vez al año, aunque esta frecuencia puede variar según las necesidades y el entorno operativo de la organización.

3.2.2 Evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad.

La evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad también es crítica para garantizar la seguridad de un sistema. Según el Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE), "la evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad es necesaria para determinar si las medidas implementadas funcionan correctamente y si es necesario implementar medidas adicionales para mejorar la seguridad" (INCIBE, 2018, p. 16). La evaluación periódica de las medidas de seguridad existentes es esencial para garantizar que el sistema siga protegido contra amenazas potenciales.

La evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad es un proceso continuo que debe ser realizado periódicamente para garantizar que el sistema siga protegido contra amenazas potenciales. Según el NIST, "la evaluación periódica de las medidas de seguridad permite a los

responsables de la seguridad determinar si las medidas de seguridad existentes siguen siendo efectivas en la mitigación de los riesgos identificados" (NIST, 2021, p. 1). La evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad es también necesaria para determinar si se necesitan medidas adicionales para mejorar la seguridad del sistema.

Se destaca la importancia de la evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad implementadas en un sistema para garantizar su protección contra amenazas potenciales. Se argumenta que esta evaluación es necesaria para determinar si las medidas implementadas funcionan correctamente y si es necesario implementar medidas adicionales para mejorar la seguridad. Además, se destaca que esta evaluación debe ser realizada periódicamente de forma continua para garantizar la protección del sistema a largo plazo. Siendo que la evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad implementadas en un sistema es un proceso crítico para garantizar su protección a largo plazo. La evaluación periódica de estas medidas permite a los responsables de la seguridad determinar si las medidas existentes siguen siendo efectivas y si se necesitan medidas adicionales para mejorar la seguridad del sistema

3.2.3 Identificación de las brechas de seguridad y recomendaciones para su mitigación.

La identificación de las brechas de seguridad y la recomendación de medidas para su mitigación son fundamentales en la evaluación de la seguridad. Según el NIST, "la identificación de las brechas de seguridad permite a los responsables de la seguridad identificar las áreas de riesgo y tomar medidas para mitigar los riesgos identificados" (NIST SP 800-53 Rev. 5). La identificación temprana de las brechas de seguridad y la implementación de medidas para mitigarlas pueden ayudar a prevenir ataques y reducir el riesgo de daños a un sistema o a la información que contiene.

La identificación de las brechas de seguridad y la recomendación de medidas para su mitigación son fundamentales en la evaluación de la seguridad. Según el NIST, "la identificación de las brechas de seguridad permite a los responsables de la seguridad identificar las áreas de riesgo y tomar medidas para mitigar los riesgos identificados" (NIST SP 800-53 Rev. 5). La identificación temprana de las brechas de seguridad y la implementación de medidas para mitigarlas pueden ayudar a prevenir ataques y reducir el riesgo de daños a un sistema o a la información que contiene.

El NIST destaca la importancia de la identificación de brechas de seguridad y su mitigación en su publicación SP 800-53 Rev. 5. Este documento establece una guía para la selección y especificación de medidas de seguridad y controles para sistemas de información y redes federales. La identificación de brechas de seguridad es fundamental en el proceso de selección de medidas de seguridad y controles adecuados para prevenir posibles ataques. Además, el documento destaca la importancia de la implementación de medidas para mitigar las brechas de seguridad identificadas para garantizar la seguridad de la información y los sistemas.

La cultura de seguridad se refiere al conjunto de valores, actitudes, conocimientos y prácticas que guían el comportamiento de la organización en cuanto a la seguridad de la información y los sistemas. Es importante que la organización promueva una cultura de seguridad sólida que involucre a todo el personal en la gestión de riesgos y la prevención de posibles brechas de seguridad. La capacitación y concientización del personal en cuanto a la seguridad de la información y los sistemas es esencial para garantizar que todos los empleados entiendan la importancia de la seguridad y cumplan con los protocolos y medidas de seguridad establecidos.

3.3 Plan de acción y gestión de riesgos

3.3.1 Diseño de un plan de acción para la gestión de riesgos.

En el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito, es fundamental diseñar un plan de acción para la gestión de riesgos que garantice la seguridad y privacidad de la información del

cliente. Según el Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE), "el diseño de un plan de acción para la gestión de riesgos es esencial para identificar y mitigar los riesgos asociados al procesamiento de información sensible del cliente" (INCIBE, 2021, p. 1). El plan de acción debe incluir medidas para mitigar los riesgos identificados, establecer responsabilidades y plazos claros para la implementación de las medidas de seguridad y establecer un proceso de seguimiento para garantizar que las medidas de seguridad implementadas sean efectivas.

El diseño de un plan de acción para la gestión de riesgos también debe incluir la identificación de los recursos necesarios para su implementación. Esto puede incluir la asignación de personal capacitado y la adquisición de tecnología y herramientas de seguridad adecuadas. Como señala el PCI DSS, "la asignación de recursos adecuados es esencial para garantizar que las medidas de seguridad y control sean efectivas en la protección de la información del cliente" (PCI SSC, 2018, p. 1). La falta de recursos puede poner en peligro la efectividad del plan de acción y aumentar el riesgo de violaciones de seguridad.

El plan de acción debe incluir medidas para mitigar los riesgos identificados y establecer responsabilidades y plazos claros para la implementación de las medidas de seguridad. Además, se debe establecer un proceso de seguimiento para garantizar que las medidas de seguridad implementadas sean efectivas. Otro aspecto crucial en el diseño del plan de acción es la identificación de los recursos necesarios para su implementación. La asignación de personal capacitado y la adquisición de tecnología y herramientas de seguridad adecuadas son fundamentales para garantizar la efectividad del plan de acción.

En la gestión de emisión de tarjetas de crédito y débito en Ecuador, se pueden considerar diferentes tipos de planes de acción para la gestión de riesgos. A continuación, se presentan algunos posibles tipos de planes de acción.

3.3.1.1 Plan de contingencia

Un plan de contingencia es un tipo de plan de acción que se enfoca en la preparación y respuesta ante incidentes. En el caso de la emisión de tarjetas de crédito y débito, un plan de contingencia puede incluir medidas para la protección de los datos sensibles de los clientes, la respuesta a incidentes de seguridad, la recuperación de datos y sistemas críticos, y la coordinación con proveedores de servicios externos.

Un plan de contingencia es una herramienta vital para cualquier organización que quiera estar preparada para responder rápidamente a incidentes o situaciones de emergencia. En el caso de la emisión de tarjetas de crédito y débito, un plan de contingencia es esencial para proteger los datos sensibles de los clientes y garantizar la continuidad del servicio en caso de interrupciones o ataques de seguridad. Un plan de contingencia para la emisión de tarjetas de crédito y débito debe tener en cuenta varios aspectos, como la identificación de los posibles riesgos, la evaluación de su impacto en el negocio y la definición de las medidas de mitigación necesarias. También debe incluir la definición de roles y responsabilidades del personal encargado de la gestión del plan de contingencia, así como la coordinación con proveedores de servicios externos, como los procesadores de pagos o las compañías de seguros.

Es importante destacar que un plan de contingencia no debe ser visto como una solución completa y definitiva a los problemas de seguridad en la emisión de tarjetas de crédito y débito. Un plan de contingencia es esencialmente una respuesta a situaciones de emergencia o incidentes, y no debe reemplazar la implementación de medidas de seguridad y controles preventivos. Es necesario tener en cuenta que un plan de contingencia no garantiza que un incidente no ocurra, pero ayuda a minimizar su impacto y recuperar rápidamente la normalidad en el servicio. Por lo tanto, la implementación de medidas preventivas, la evaluación continua de los riesgos y la capacitación del personal en la gestión de incidentes y la seguridad de los datos sensibles de los

clientes son igualmente importantes para garantizar la seguridad en la emisión de tarjetas de crédito y débito.

3.3.1.2 Plan de continuidad del negocio

Un plan de continuidad del negocio es un tipo de plan de acción que se enfoca en la planificación y recuperación ante desastres. En el caso de la emisión de tarjetas de crédito y débito, un plan de continuidad del negocio puede incluir medidas para garantizar la continuidad del negocio en caso de un desastre, la recuperación de datos y sistemas críticos, y la coordinación con proveedores de servicios externos.

Es una herramienta importante para cualquier organización que desee garantizar la continuidad de sus operaciones en caso de desastres, interrupciones o situaciones de emergencia. En el caso de la emisión de tarjetas de crédito y débito, un plan de continuidad del negocio es crucial para garantizar la continuidad del servicio en caso de interrupciones o desastres, y para proteger los datos sensibles de los clientes. Un plan de continuidad del negocio para la emisión de tarjetas de crédito y débito debe tener en cuenta varios aspectos, como la identificación de los posibles riesgos y amenazas, la evaluación de su impacto en el negocio y la definición de las medidas de mitigación necesarias. También debe incluir la definición de roles y responsabilidades del personal encargado de la gestión del plan de continuidad del negocio, así como la coordinación con proveedores de servicios externos, como los procesadores de pagos o las compañías de seguros.

Además, es fundamental que un plan de continuidad del negocio para la emisión de tarjetas de crédito y débito contemple la definición de los procedimientos y protocolos necesarios para la recuperación de los sistemas críticos, la protección de los datos sensibles de los clientes y la comunicación con los usuarios. Es importante que estos procedimientos y protocolos sean claros, detallados y que se encuentren actualizados y en constante revisión y actualización. Asimismo, se deben realizar pruebas periódicas del plan de continuidad del negocio para comprobar su efectividad y realizar ajustes necesarios. Finalmente, es importante destacar que un plan de continuidad del negocio para la emisión de tarjetas de crédito y débito es una inversión en la protección del negocio y la reputación de la organización, y puede marcar la diferencia en momentos críticos.

3.3.1.3 Plan de gestión de riesgos

Un plan de gestión de riesgos es un tipo de plan de acción que se enfoca en la identificación, evaluación, tratamiento y monitoreo de los riesgos. En el caso de la emisión de tarjetas de crédito y débito, un plan de gestión de riesgos puede incluir medidas para identificar y evaluar los riesgos asociados al proceso, tomar medidas para mitigar los riesgos identificados, y monitorear continuamente el entorno operativo de la organización para identificar nuevos riesgos.

Otro aspecto importante en un plan de gestión de riesgos para la emisión de tarjetas de crédito y débito es el monitoreo continuo del entorno operativo de la organización para identificar nuevos riesgos. El monitoreo continuo debe ser una práctica habitual para detectar posibles amenazas y anomalías en el proceso, con el fin de responder rápidamente a los incidentes y minimizar los daños a la organización y a los datos sensibles de los clientes. Además, la implementación de un plan de gestión de riesgos debe ser un proceso dinámico y adaptable, que se ajuste a los cambios en el entorno operativo y a las nuevas amenazas y vulnerabilidades que surjan en el proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito.

Un plan de gestión de riesgos es fundamental en la emisión de tarjetas de crédito y débito, ya que este proceso implica un alto riesgo para la seguridad de los datos sensibles de los clientes y la operación de la organización. Por esta razón, un plan de gestión de riesgos para la emisión de tarjetas de crédito y débito debe contemplar una evaluación detallada de los riesgos asociados al proceso, incluyendo la identificación de las posibles amenazas y vulnerabilidades en la tecnología,

en los procesos, en el personal y en el entorno en el que se desenvuelve la organización. Una vez identificados los riesgos, el plan de gestión de riesgos debe establecer medidas para mitigarlos, incluyendo la implementación de medidas de seguridad y control, la formación del personal en buenas prácticas de seguridad y la coordinación con proveedores de servicios externos para garantizar la seguridad en los procesos subcontratados. Es importante destacar que las medidas de seguridad y control deben ser proporcionales al nivel de riesgo y la importancia del activo que se desea proteger, para evitar la implementación de medidas innecesarias o costosas que afecten la eficiencia en la operación.

3.3.1.4 Plan de acción para la protección de datos sensibles

Este plan de acción se enfoca en la implementación de medidas de protección de datos sensibles de los clientes, como la encriptación de datos, la autenticación multifactor y la restricción de acceso a la información del cliente. También puede incluir la identificación y mitigación de riesgos asociados a la pérdida o robo de información del cliente. El plan de acción presentado tiene como objetivo principal la protección de los datos sensibles de los clientes en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. La encriptación de datos, la autenticación multifactor y la restricción de acceso a la información del cliente son medidas de seguridad efectivas que pueden ayudar a garantizar la privacidad y seguridad de los datos sensibles del cliente. Además, la identificación y mitigación de los riesgos asociados a la pérdida o robo de información del cliente es una medida importante que puede ayudar a minimizar el impacto de incidentes de seguridad.

3.3.1.5 Plan de acción para la gestión de incidentes

Este plan de acción es esencial para garantizar la continuidad del negocio en caso de incidentes de seguridad. La respuesta rápida y efectiva a los incidentes es crucial para minimizar su impacto en la organización y en los clientes. La coordinación con proveedores de servicios externos también puede ser esencial para garantizar la recuperación de los servicios críticos. Además, la comunicación con los clientes afectados por el incidente es importante para mantener su confianza en la organización y su capacidad para proteger sus datos sensibles. Es importante que este plan de acción incluya medidas para la identificación temprana de los incidentes, la definición de roles y responsabilidades del personal encargado de la gestión del plan de acción, la evaluación del impacto del incidente y la definición de medidas de recuperación. También se deben establecer plazos claros para la implementación de las medidas de seguridad y establecer un proceso de seguimiento para garantizar que las medidas implementadas sean efectivas.

3.3.2 Implementación de medidas de seguridad y control para la mitigación de los riesgos.

La implementación de medidas de seguridad y control es un paso crítico en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Como indica la guía de seguridad de las tarjetas de pago (PCI DSS), "las medidas de seguridad y control son necesarias para proteger la información del cliente y reducir el riesgo de fraude en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito" (PCI SSC, 2018, p. 1). Las medidas de seguridad y control pueden incluir la implementación de controles técnicos y organizativos, como el cifrado de datos, la autenticación de usuarios y el monitoreo de actividad sospechosa. Además, es importante establecer un proceso para monitorear la efectividad de las medidas de seguridad y control implementadas y realizar ajustes cuando sea necesario.

Además de la implementación de medidas de seguridad y control, también es importante establecer políticas y procedimientos claros para su uso. Según el PCI DSS, "la implementación de políticas y procedimientos claros para el uso de las medidas de seguridad y control es esencial para garantizar que se utilicen de manera efectiva y que los usuarios estén capacitados para su uso

adecuado" (PCI SSC, 2018, p. 1). La capacitación del personal en el uso de las medidas de seguridad y control también es importante para garantizar su efectividad y reducir el riesgo de errores humanos.

Es importante establecer un proceso para monitorear la efectividad de las medidas de seguridad y control implementadas y realizar ajustes cuando sea necesario. La implementación de políticas y procedimientos claros para el uso de las medidas de seguridad y control también es esencial para garantizar que se utilicen de manera efectiva y que los usuarios estén capacitados para su uso adecuado. La capacitación del personal en el uso de las medidas de seguridad y control también es importante para garantizar su efectividad y reducir el riesgo de errores humanos. En resumen, el texto enfatiza que la implementación de medidas de seguridad y control adecuadas, junto con políticas y procedimientos claros y la capacitación del personal, es esencial para proteger la información del cliente y reducir el riesgo de fraude en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Existen diversas medidas de seguridad que se pueden implementar en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito para mitigar los riesgos y garantizar la seguridad de los datos sensibles de los clientes. A continuación, se presentan algunas posibles medidas:

3.3.2.1 Autenticación multifactor

La autenticación multifactor es una medida de seguridad que requiere que el usuario proporcione dos o más factores de autenticación para acceder a un sistema o servicio. En el caso de la emisión de tarjetas de débito y crédito, se puede implementar la autenticación multifactor para garantizar la seguridad de los datos sensibles de los clientes. La autenticación multifactor es una medida de seguridad que ha demostrado ser efectiva en la protección de los datos sensibles de los clientes en la emisión de tarjetas de débito y crédito. La implementación de la autenticación multifactor en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito implica que el usuario debe proporcionar dos o más factores de autenticación para acceder a su cuenta, lo que aumenta significativamente la seguridad del proceso.

Entre los factores de autenticación que se pueden implementar en la autenticación multifactor para la emisión de tarjetas de débito y crédito se encuentran los siguientes: la contraseña, la huella digital, el reconocimiento facial, el reconocimiento de voz y la tarjeta inteligente. Es importante destacar que la combinación de dos o más factores de autenticación puede aumentar la efectividad de la autenticación multifactor. La implementación de la autenticación multifactor en la emisión de tarjetas de débito y crédito puede ayudar a reducir los riesgos de seguridad asociados al proceso, tales como la suplantación de identidad y el fraude. Además, la autenticación multifactor puede proporcionar una capa adicional de seguridad en el proceso de autenticación, lo que puede resultar en una mayor confianza por parte de los clientes y una mejora en la imagen de la organización.

Si bien es una medida de seguridad efectiva para proteger los datos sensibles de los clientes en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Según indica el National Institute of Standards and Technology (NIST, 2017), "la autenticación multifactor es una técnica efectiva para reducir los riesgos asociados a la autenticación basada en contraseñas" (p. 1). La combinación de dos o más factores de autenticación aumenta la seguridad del proceso de autenticación y reduce los riesgos de fraude y suplantación de identidad.

Además, la implementación de la autenticación multifactor en la emisión de tarjetas de débito y crédito puede mejorar la confianza de los clientes en la seguridad del proceso. Según un estudio de KPMG (2019), "los clientes tienen una mayor confianza en la seguridad de las transacciones que involucran autenticación multifactor" (p. 1). La autenticación multifactor puede proporcionar una capa adicional de seguridad en el proceso de autenticación, lo que puede resultar en una mayor satisfacción y lealtad de los clientes.

3.3.2.2 Encriptación de datos

La encriptación de datos es una medida de seguridad que protege los datos sensibles de los clientes en tránsito y en reposo. Se puede implementar la encriptación de datos para proteger los datos de las transacciones de tarjetas de débito y crédito, así como para proteger los datos sensibles almacenados en las bases de datos y servidores de la organización. La encriptación de datos es una medida de seguridad crucial en la emisión de tarjetas de débito y crédito, ya que protege los datos sensibles de los clientes en tránsito y en reposo. La implementación de la encriptación de datos en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito implica la codificación de los datos para que solo sean legibles por aquellos que tienen la clave de descifrado, lo que aumenta significativamente la seguridad del proceso.

La encriptación de datos se puede implementar en diferentes etapas del proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito, tales como la protección de los datos de las transacciones en línea, la protección de los datos de las transacciones en la red de la organización y la protección de los datos almacenados en las bases de datos y servidores de la organización. Además, la encriptación de datos puede garantizar la privacidad de los datos sensibles de los clientes y cumplir con las regulaciones de privacidad de datos. Entre las técnicas de encriptación de datos que se pueden implementar en la emisión de tarjetas de débito y crédito se encuentran la encriptación de capa de sockets seguros (SSL), la encriptación de datos en reposo, la encriptación de datos en tránsito, la encriptación de disco completo y la encriptación de base de datos. Es importante destacar que la combinación de diferentes técnicas de encriptación de datos puede aumentar la efectividad de la encriptación.

La encriptación de datos es una medida de seguridad importante en la emisión de tarjetas de débito y crédito, y su implementación en diferentes etapas del proceso puede aumentar la seguridad general del proceso. La encriptación de datos puede garantizar la privacidad de los datos sensibles de los clientes y cumplir con las regulaciones de privacidad de datos, lo que es fundamental en el procesamiento de transacciones financieras. Además, la combinación de diferentes técnicas de encriptación de datos puede aumentar la efectividad de la encriptación y proporcionar una capa adicional de seguridad en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. En general, la encriptación de datos es una medida de seguridad esencial que debe ser implementada en la emisión de tarjetas de débito y crédito para garantizar la protección de los datos sensibles de los clientes.

3.3.2.3 Monitoreo continuo de la red

El monitoreo continuo de la red es una medida de seguridad que permite detectar y responder rápidamente a las amenazas y anomalías en la red de la organización. Se puede implementar el monitoreo continuo de la red para detectar posibles ataques y anomalías en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Capacitación del personal: la capacitación del personal en la gestión de incidentes y la seguridad de los datos sensibles de los clientes es esencial para garantizar la seguridad en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Se puede implementar un programa de capacitación que incluya la formación en el uso seguro de los sistemas y procesos, la gestión de incidentes y la respuesta a las amenazas de seguridad.

El monitoreo continuo de la red es una medida de seguridad crucial en la emisión de tarjetas de débito y crédito que permite detectar y responder rápidamente a las amenazas y anomalías en la red de la organización. La implementación del monitoreo continuo de la red en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito implica el monitoreo constante de la red en busca de posibles amenazas, vulnerabilidades y anomalías que puedan poner en riesgo la seguridad de los datos sensibles de los clientes. El monitoreo continuo de la red puede detectar posibles ataques a la red

y a los sistemas de la organización, como el phishing, la ingeniería social, la explotación de vulnerabilidades, entre otros. Además, el monitoreo continuo de la red puede detectar anomalías en los patrones de uso de la red, como el acceso no autorizado, el uso inapropiado de recursos y otros comportamientos sospechosos.

Por otro lado, la capacitación del personal en la gestión de incidentes y la seguridad de los datos sensibles de los clientes es esencial en la emisión de tarjetas de débito y crédito. La implementación de un programa de capacitación en la gestión de incidentes y la seguridad de los datos sensibles de los clientes puede garantizar que el personal esté informado y capacitado en el uso seguro de los sistemas y procesos, la gestión de incidentes y la respuesta a las amenazas de seguridad. La capacitación del personal también puede incluir la educación en la importancia de la privacidad y la seguridad de los datos sensibles de los clientes, la identificación de posibles amenazas y la prevención de incidentes de seguridad. La capacitación del personal puede ayudar a prevenir la negligencia y los errores humanos que pueden poner en riesgo la seguridad de los datos sensibles de los clientes.

3.3.3 Evaluación periódica de las medidas de seguridad implementadas y su efectividad en la gestión de riesgos.

La evaluación periódica de las medidas de seguridad implementadas es esencial para garantizar la efectividad continua del plan de acción y la gestión de riesgos. En el contexto de emisión de tarjetas de débito y crédito, la evaluación periódica debe incluir la revisión de los controles de acceso y autenticación, la monitorización de las transacciones y la revisión de los procesos de emisión y renovación de tarjetas. Según el PCI DSS, "la evaluación periódica de las medidas de seguridad y control es necesaria para asegurar que la seguridad de las tarjetas de pago se mantiene en todo momento" (PCI SSC, 2018, p. 1). La evaluación periódica también puede identificar nuevas amenazas y riesgos que pueden requerir la implementación de medidas adicionales.

Además de la revisión periódica de las medidas de seguridad implementadas, también es importante realizar pruebas regulares de penetración para identificar posibles vulnerabilidades y brechas de seguridad. Según el PCI DSS, "la realización de pruebas regulares de penetración puede ayudar a identificar y mitigar posibles vulnerabilidades en el sistema" (PCI SSC, 2018, p. 1). Las pruebas de penetración pueden ser realizadas internamente o a través de proveedores de servicios especializados en pruebas de seguridad. La identificación temprana de posibles vulnerabilidades es esencial para evitar violaciones de seguridad y garantizar la seguridad de la información del cliente.

La realización de pruebas regulares de penetración es importante para identificar posibles vulnerabilidades y brechas de seguridad. Estas pruebas pueden ser realizadas internamente o a través de proveedores de servicios especializados en pruebas de seguridad. La identificación temprana de posibles vulnerabilidades es esencial para evitar violaciones de seguridad y garantizar la seguridad de la información del cliente. La evaluación periódica y las pruebas de penetración son esenciales para garantizar la efectividad continua de las medidas de seguridad implementadas en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Estas prácticas pueden identificar nuevas amenazas y riesgos y ayudar a prevenir violaciones de seguridad, lo que a su vez protege la información del cliente y reduce el riesgo de fraude.

Existen diversas formas de realizar la evaluación periódica de las medidas de seguridad implementadas y su efectividad en la gestión de riesgos en la emisión de tarjetas de débito y crédito. A continuación, se presentan algunas posibles evaluaciones:

- Auditorías internas: las auditorías internas son una forma de evaluación de la efectividad de las medidas de seguridad implementadas. Estas auditorías se pueden realizar por parte del equipo interno de seguridad de la organización o por un equipo externo especializado. Las auditorías internas permiten evaluar el cumplimiento de las políticas

y procedimientos de seguridad, identificar brechas y debilidades, y tomar medidas correctivas para mejorar la seguridad.

- Evaluaciones de vulnerabilidades: las evaluaciones de vulnerabilidades son una forma de evaluación de los riesgos asociados a los sistemas y procesos de la organización. Estas evaluaciones se pueden realizar de forma interna o externa utilizando herramientas de escaneo y pruebas de penetración. Las evaluaciones de vulnerabilidades permiten identificar debilidades en los sistemas y procesos, y tomar medidas para mitigar los riesgos asociados.
- Pruebas de simulación de incidentes: las pruebas de simulación de incidentes son una forma de evaluar la efectividad del plan de continuidad del negocio y la respuesta a incidentes de la organización. Estas pruebas simulan diferentes escenarios de incidentes para evaluar la capacidad de la organización para responder a ellos y recuperarse. Las pruebas de simulación de incidentes permiten identificar debilidades en el plan de continuidad del negocio y en la respuesta a incidentes, y tomar medidas para mejorar la resiliencia de la organización.

3.4 Continuidad del negocio

3.4.1 Diseño e implementación de planes de continuidad del negocio.

En el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito, el diseño e implementación de planes de continuidad del negocio es esencial para garantizar la resiliencia de la organización frente a incidentes que puedan afectar la continuidad del negocio. Según el INCIBE, "los planes de continuidad del negocio deben contener medidas para minimizar el impacto de los incidentes, garantizar la disponibilidad de los recursos críticos y restaurar las operaciones lo más rápido posible" (INCIBE, 2021, p. 1). Es importante involucrar a las áreas clave de la organización en el diseño e implementación del plan de continuidad del negocio y asegurar que el plan sea relevante y efectivo para el entorno operativo de la organización.

En el caso específico de la emisión de tarjetas de débito y crédito, el plan de continuidad del negocio también debe incluir medidas para garantizar la seguridad de los datos sensibles de los clientes. Esto puede incluir la implementación de medidas de protección de datos, como la encriptación y el acceso restringido a la información de los clientes. También es importante tener en cuenta la integridad y disponibilidad de los datos, para asegurar que los clientes puedan acceder a sus cuentas y realizar transacciones en caso de un incidente.

El plan debe contener medidas para minimizar el impacto de los incidentes, garantizar la disponibilidad de los recursos críticos y restaurar las operaciones lo más rápido posible. Es importante involucrar a las áreas clave de la organización en el diseño e implementación del plan de continuidad del negocio para asegurar su relevancia y efectividad. En el caso específico de la emisión de tarjetas de débito y crédito, el plan de continuidad del negocio también debe incluir medidas para garantizar la seguridad de los datos sensibles de los clientes. Esto puede incluir la implementación de medidas de protección de datos, como la encriptación y el acceso restringido a la información de los clientes. Además, el plan debe considerar la integridad y disponibilidad de los datos para garantizar que los clientes puedan acceder a sus cuentas y realizar transacciones en caso de un incidente. En resumen, el diseño e implementación de planes de continuidad del negocio en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito es fundamental para garantizar la resiliencia de la organización y la seguridad de la información del cliente en caso de un incidente que pueda afectar la continuidad del negocio.

3.4.2 Pruebas periódicas de los planes de continuidad del negocio.

Además del diseño e implementación del plan de continuidad del negocio, también es importante realizar pruebas periódicas para evaluar su efectividad y realizar mejoras. Según el NIST, "las pruebas periódicas del plan de continuidad del negocio permiten a los responsables de la seguridad determinar si el plan sigue siendo efectivo en la restauración de las operaciones después de un incidente" (NIST, 2021, p. 1). Las pruebas deben involucrar a las áreas clave de la organización y pueden incluir simulaciones de incidentes o ejercicios de mesa. La retroalimentación de las áreas involucradas en la realización de las pruebas también puede mejorar la coordinación y la efectividad del plan en caso de un incidente real.

Las pruebas periódicas del plan de continuidad del negocio, también es importante realizar revisiones periódicas del plan para asegurar que siga siendo relevante y efectivo en el entorno operativo de la organización. Según el INCIBE, "la revisión periódica del plan de continuidad del negocio debe incluir la identificación y análisis de los cambios en el entorno operativo de la organización, así como la evaluación de la efectividad de las medidas de mitigación y recuperación" (INCIBE, 2021, p. 1). Estas revisiones pueden ayudar a identificar nuevas áreas de riesgo y oportunidades de mejora para el plan de continuidad del negocio.

Las pruebas periódicas del plan de continuidad del negocio permiten evaluar su efectividad en la restauración de las operaciones después de un incidente y pueden incluir simulaciones de incidentes o ejercicios de mesa. La retroalimentación de las áreas involucradas en la realización de las pruebas también puede mejorar la coordinación y la efectividad del plan en caso de un incidente real y con esto realizar pruebas periódicas y revisiones regulares del plan de continuidad del negocio es fundamental para garantizar su efectividad y relevancia continua en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Estas prácticas pueden mejorar la coordinación y la efectividad del plan en caso de un incidente real y garantizar la continuidad del negocio y la seguridad de la información del cliente.

3.4.3 Identificación y mitigación de los riesgos para la continuidad del negocio en caso de incidentes.

En el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito, es importante identificar y mitigar los riesgos para la continuidad del negocio en caso de incidentes antes de que ocurran. Según el NIST, "la identificación de los riesgos para la continuidad del negocio es esencial para establecer medidas preventivas y mitigar los riesgos de los incidentes" (NIST, 2021, p. 1). La identificación de los riesgos puede realizarse a través de análisis de riesgos y evaluaciones de impacto en el negocio. Las medidas de mitigación pueden incluir la implementación de controles técnicos y organizativos, la redundancia de los sistemas críticos y la capacitación del personal en la gestión de incidentes.

Además de la identificación y mitigación de los riesgos, también es importante tener un plan de respuesta a incidentes para la continuidad del negocio en caso de incidentes. El plan de respuesta a incidentes debe contener medidas para la detección y respuesta a incidentes, así como la recuperación de datos y sistemas críticos. Según el NIST, "el plan de respuesta a incidentes es esencial para reducir el impacto de los incidentes y restaurar las operaciones lo más rápido posible" (NIST, 2021, p. 1). Es importante que el plan de respuesta a incidentes también incluya la coordinación con las autoridades y proveedores de servicios externos en caso de un incidente grave que afecte la continuidad del negocio.

En el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito, es importante tener en cuenta que los riesgos pueden evolucionar con el tiempo y que los incidentes pueden ser cada vez más sofisticados y complejos. Por lo tanto, la identificación y mitigación de los riesgos debe ser un proceso continuo y dinámico que evolucione junto con el entorno operativo de la organización. Según el NIST, "los riesgos deben ser monitoreados y evaluados continuamente para identificar nuevas amenazas y oportunidades de mejora" (NIST, 2021, p. 1). Esto puede implicar la realización

de evaluaciones de riesgos periódicas y la implementación de medidas de protección adicionales a medida que surjan nuevas amenazas.

4. Discusión

El análisis y la evaluación de las medidas de seguridad y la gestión de riesgos son fundamentales para garantizar la continuidad del negocio en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito de una organización. La implementación de planes de continuidad del negocio y la identificación y mitigación de los riesgos son esenciales para minimizar el impacto de los incidentes y restaurar las operaciones lo más rápido posible. Según Solms y van Niekerk (2013), "la identificación, evaluación y gestión de los riesgos son elementos críticos en la planificación de la continuidad del negocio" (p. 67). La implementación de controles de seguridad y la monitorización continua del entorno operativo de la organización son esenciales para la identificación y mitigación de los riesgos.

La implementación de controles de seguridad es también crucial en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. Según el PCI DSS, "la implementación de controles de seguridad es esencial para proteger la información del cliente y reducir el riesgo de fraude en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito" (PCI SSC, 2018, p. 1). Los controles de seguridad pueden incluir el cifrado de datos, la autenticación de usuarios, el monitoreo de actividad sospechosa y la limitación de accesos.

El análisis la importancia del análisis y la evaluación de las medidas de seguridad y la gestión de riesgos en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito, con el fin de garantizar la continuidad del negocio y minimizar el impacto de los incidentes. Se menciona la importancia de la implementación de planes de continuidad del negocio y la identificación y mitigación de los riesgos como elementos críticos en la planificación de la continuidad del negocio, según Solms y van Niekerk (2013). Además, se menciona la importancia de la implementación de controles de seguridad, como el cifrado de datos, la autenticación de usuarios, el monitoreo de actividad sospechosa y la limitación de accesos, para proteger la información del cliente y reducir el riesgo de fraude en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito, según el PCI DSS. En resumen, se destaca la importancia de la gestión de riesgos y las medidas de seguridad para garantizar la seguridad y continuidad del negocio en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito.

En el caso específico de la emisión de tarjetas de débito y crédito, también es importante asegurar la seguridad de los datos sensibles de los clientes y la disponibilidad de los datos y sistemas críticos. Según el PCI SSC (2021), "la protección de los datos del titular de la tarjeta es esencial para la continuidad del negocio y la reputación de la organización" (p. 1). La implementación de medidas de protección de datos, como la encriptación y el acceso restringido a la información de los clientes, es esencial para garantizar la seguridad de los datos. La capacitación del personal en la gestión de incidentes y la continuidad del negocio también es esencial para la efectividad del plan de continuidad del negocio.

La disponibilidad de los datos y sistemas críticos es igualmente importante en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. La interrupción de los sistemas críticos puede afectar la capacidad de la organización para procesar transacciones y afectar la satisfacción del cliente. La implementación de medidas para garantizar la disponibilidad de los sistemas críticos, como la implementación de copias de seguridad y la redundancia de los sistemas, es esencial para garantizar la continuidad del negocio. La capacitación del personal en la gestión de incidentes y la continuidad del negocio es igualmente importante para la efectividad del plan de continuidad del negocio. Los empleados deben estar capacitados para reconocer y reportar incidentes y para trabajar con el plan de continuidad del negocio en caso de un evento disruptivo. Además, el personal clave debe ser

capacitado en las medidas de protección de datos y los controles de seguridad para garantizar su efectividad.

La seguridad en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito es fundamental para garantizar la continuidad del negocio y la protección de los datos sensibles de los clientes. Para lograr esto, se deben implementar medidas de seguridad y control, identificar y mitigar los riesgos, implementar planes de continuidad del negocio, garantizar la disponibilidad de los datos y sistemas críticos, y capacitar al personal en la gestión de incidentes y la continuidad del negocio. La implementación de medidas de protección de datos, la disponibilidad de los sistemas críticos y la capacitación del personal son esenciales para garantizar la continuidad del negocio y la protección de los datos sensibles de los clientes en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito.

Además de la implementación de medidas de seguridad y la gestión de riesgos, la continuidad del negocio también implica la recuperación de datos y sistemas críticos en caso de un incidente. Según el ISO (2018), "la recuperación de datos y sistemas es esencial para la continuidad del negocio y la minimización del impacto de los incidentes en la organización" (p. 1). La implementación de medidas de respaldo y recuperación de datos y sistemas críticos es esencial para garantizar la continuidad del negocio. Las pruebas periódicas del plan de continuidad del negocio y de la recuperación de datos y sistemas críticos son esenciales para evaluar la efectividad de las medidas implementadas.

Es importante asegurarse de que los datos críticos y los sistemas estén respaldados regularmente y que los procedimientos de recuperación sean efectivos en caso de un evento disruptivo. Las pruebas periódicas del plan de continuidad del negocio y de la recuperación de datos y sistemas críticos son esenciales para evaluar la efectividad de las medidas implementadas y garantizar su disponibilidad en caso de un evento real. También es importante tener en cuenta que los procedimientos de recuperación deben estar documentados y ser fácilmente accesibles para los responsables de la recuperación.

La coordinación con los proveedores de servicios externos también es esencial para garantizar la continuidad del negocio en caso de un incidente. Según el INCIBE (2021), "la coordinación con los proveedores de servicios externos puede ser esencial para garantizar la continuidad del negocio y la recuperación de los servicios críticos" (p. 1). Es importante tener planes de contingencia y acuerdos de nivel de servicio con los proveedores de servicios externos para garantizar la disponibilidad de los servicios críticos en caso de un incidente. Además, es importante tener en cuenta que los proveedores de servicios externos también pueden representar un riesgo para la seguridad de los datos de los clientes. Por lo tanto, es importante asegurarse de que los proveedores de servicios externos tengan políticas y medidas de seguridad adecuadas y realizar evaluaciones regulares de su cumplimiento.

La importancia de la coordinación con los proveedores de servicios externos en la planificación de la continuidad del negocio y la recuperación de los servicios críticos en caso de un incidente en la emisión de tarjetas de débito y crédito. La implementación de planes de contingencia y acuerdos de nivel de servicio con los proveedores de servicios externos puede ser esencial para garantizar la disponibilidad de los servicios críticos y minimizar el impacto de los incidentes en la continuidad del negocio y con esto la necesidad de evaluar y garantizar que los proveedores de servicios externos tengan políticas y medidas de seguridad adecuadas para proteger los datos sensibles de los clientes. La evaluación regular de su cumplimiento es importante para asegurar que los proveedores de servicios externos cumplan con los requisitos de seguridad y para prevenir posibles vulnerabilidades en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito.

En conclusión, la implementación de planes de continuidad del negocio, la identificación y mitigación de los riesgos y la seguridad de los datos sensibles de los clientes son fundamentales para garantizar la continuidad del negocio en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito

de una organización. La monitorización continua del entorno operativo de la organización, la implementación de controles de seguridad y la capacitación del personal son esenciales para la efectividad del plan de continuidad del negocio, en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito de una organización es esencial para garantizar la resiliencia y la recuperación en caso de un incidente. La implementación de planes de continuidad del negocio, la identificación y mitigación de los riesgos, la seguridad de los datos sensibles de los clientes y la recuperación de datos y sistemas críticos son esenciales para garantizar la continuidad del negocio. La coordinación con los proveedores de servicios externos también es esencial para garantizar la disponibilidad de los servicios críticos en caso de un incidente.

5. Conclusión

En conclusión, el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito es un proceso crítico en el cual la continuidad del negocio debe ser considerada una prioridad. Para asegurar la continuidad del negocio en este proceso, se deben implementar medidas de seguridad y control para mitigar los riesgos que puedan afectar la operación. Además, se deben diseñar planes de acción para la gestión de riesgos y la continuidad del negocio, los cuales deben ser probados periódicamente y evaluados para su efectividad. En caso de incidentes, se debe contar con planes de recuperación de datos y sistemas críticos, y coordinar con proveedores de servicios externos para garantizar la disponibilidad de los servicios críticos.

La identificación y mitigación de los riesgos son elementos fundamentales para garantizar la continuidad del negocio en el proceso de emisión de tarjetas de débito y crédito. La implementación de controles de seguridad y la monitorización continua del entorno operativo de la organización son esenciales para la identificación y mitigación de los riesgos. Además, la capacitación del personal en la gestión de incidentes y la continuidad del negocio es esencial para la efectividad del plan de continuidad del negocio.

Por último, es importante tener en cuenta que la continuidad del negocio es un proceso continuo y dinámico que evoluciona con el tiempo. Por lo tanto, se deben realizar evaluaciones periódicas de las medidas de seguridad implementadas y del plan de continuidad del negocio para asegurar su relevancia y efectividad en el entorno operativo de la organización. La implementación de medidas de protección de datos y la recuperación de datos y sistemas críticos son esenciales para garantizar la continuidad del negocio en caso de un incidente. La coordinación con proveedores de servicios externos también es esencial para garantizar la disponibilidad de los servicios críticos en caso de un incidente.

Referencias

1. Aldana, R., Arboleda, H., & Gaviria, J. Modelo de gestión de riesgos de seguridad de la información para la Cooperativa Policía Nacional. *Revista de Investigación Académica*. 2018, 24, 1-12.
2. Arias, E. Análisis de riesgos y vulnerabilidades en el proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito en una entidad financiera. *Revista Tecnológica*. 2021, 18(1), 22-31.
3. Fuentes, J. F. Identificación y análisis de riesgos en el proceso de emisión de tarjetas de crédito y débito en entidades financieras. *Revista de Investigación Científica*. 2019, 3(1), 11-21.
4. García, M. A., & Céspedes, J. A. Propuesta de un modelo de gestión de riesgos en seguridad de la información para el sector financiero colombiano. *Revista Conrado*. 2020, 16(75), 51-57.
5. Guía de Implementación de un Sistema de Gestión de Seguridad de la Información basado en la Norma ISO/IEC 27001. 2019.
6. Hernández, M. E., & Álvarez, Y. Análisis de riesgos y vulnerabilidades en la emisión de tarjetas de crédito y débito en una cooperativa de ahorro y crédito. *Revista de Investigación Científica*. 2019, 3(2), 36-44.
7. Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE). Guía de análisis de riesgos.

- https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/incibe_guiaran.pdf. 2018.
8. Instituto Nacional de Ciberseguridad (INCIBE). Guía de continuidad del negocio. https://www.incibe.es/sites/default/files/contenidos/guias/doc/incibe_guiacontinuidad.pdf. 2021.
 9. International Organization for Standardization (ISO). ISO 22301:2018 Security and resilience – Business continuity management systems – Requirements. <https://www.iso.org/standard/50041.html>. 2018.
 10. ISO/IEC 27005:2018, Information technology — Security techniques — Information security risk management. 2018.
 11. Manual de Seguridad de la Información de la Cooperativa Policía Nacional (CPN). 2018.
 12. National Institute of Standards and Technology (NIST). Framework for improving critical infrastructure cybersecurity (Version 1.1). Retrieved from <https://www.nist.gov/cyberframework> . 2018.
 13. National Institute of Standards and Technology (NIST). Security and privacy controls for information systems and organizations. <https://csrc.nist.gov/publications/detail/sp/800-53/rev-5/final>. 2021.
 14. Payment Card Industry Security Standards Council (PCI SSC). PCI DSS Quick Reference Guide. https://www.pcisecuritystandards.org/documents/PCI_DSS_Quick_Reference_Guide.pdf. 2018.
 15. PCI Security Standards Council (PCI SSC). Protecting cardholder data is critical to business continuity. <https://www.pcisecuritystandards.org/documents/PCI-DSS-Business-Continuity-FINAL.pdf>. 2021.
 16. Solms, R. V., & van Niekerk, J. L. From business continuity management to business resilience management. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*. 2012, 6(1), 66-77.



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