

Julio - Septiembre 2021

Conciencia
Digital

Revista indexada

CONCIENCIA DIGITAL

ISSN:2600-5859

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

Vol. 4 Núm 3. (2021: Mundo en Pandemia)

www.concienciadigital.org
www.cienciadigitaleditorial.com

REVISTA CONCIENCIA DIGITAL

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

ISSN: - 2600-5859 Versión Electrónica

Los aportes para la publicación están constituidos por:

Tipos de artículos científicos:

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

EDITORIAL REVISTA CONCIENCIA DIGITAL

Efraín Velasteguí López¹



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

Contacto: Conciencia Digital, Jardín Ambateño, Ambato- Ecuador

Teléfono: 0998235485 – (032)-511262

Publicación:

w: www.concienciadigital.org

w: www.cienciadigitaleditorial.com

e: luisefrainvelastegui@cienciadigital.org

e: luisefrainvelastegui@hotmail.com

Director General

DrC. Efraín Velastegui López. PhD.

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

Albert Szent-Györgyi



libro, Director de la Red de Investigación Ciencia Digital, emitido mediante Acuerdo Nro. SENESCYT-2018-040, con número de registro REG-RED-18-0063.

PRÓLOGO

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

DrC. Efraín Velasteguí López. PhD.¹

EDITORIAL REVISTA CONCIENCIA DIGITAL

Índice: Vol. 4 Núm. 3 (2021): Mundo en Pandemia

1	Aplicación de la metodología de la gestión BIM en el canal de conducción de agua del sistema de riego Chiticay – Paute	6-21
	Chica Guzmán Carlos Adrián, Diego Fernando Coronel Sacoto	
2	Rentabilidad de la implementación de paneles fotovoltaicos en relación con el consumo promedio por vivienda en las 4 regiones naturales del Ecuador.	22-39
	David Ricardo Merchán Sacoto	
3	Criterios de selección de mano de obra calificada para un proyecto de construcción de redes de alcantarillado y agua potable en la ciudad de Cuenca	40-53
	Nelson Santiago Urgilés Martínez, Juan Carlos Ortega Castro	
4	Graphic organizers to empower the teaching-learning process of grammar tenses in higher education	54-67
	Jazmín Marisol Medina Rea	
5	Reading skill development through CLIL Methodology	68-80
	Gabriel Margarita Ramírez Casco, Jazmina Ivonne Mena Mayorga	
6	Gestión de los factores de riesgo operacional en las instituciones del sistema financiero popular y solidario	81-93
	Karina Johanna Iza López, Darwin Vladimir Rivera Piñaloza, Oscar Paúl Tanqueño Colcha	
7	Evaluación de las reservas de oro (Au) en las terrazas aluviales del sector San Vicente	94-110
	Marco Antonio Mejía Flores, Jenny Priscila Granja Carrera, Faustino Ampam Tsenkush Chamik	
8	Evaluación de los tratamientos radioterapéuticos con diferentes sistemas dosimétricos	111-125
	Cristina de los Ángeles González Rodríguez, Alexander Torres Hernández, Dairan Torriente Díaz	
9	Transición de la prensa en el Ecuador desde 1906 hasta 2016, caso práctico diario El Comercio	126-140
	Ana Lucía Rivera Abarca, Héctor Oswaldo Aguilar Cajas, Heidy Elizabeth Vergara Zurita, Erika Nataly Alvarado Ramos	

10	Algoritmo de programación estructurada, enfocado a la detección y conteo vehicular de manera inteligente en una intersección.	141-155
	Edwin Fernando Mejía Peñafiel	
11	Escalamiento multidimensional (MDS) no métrico en el análisis del comportamiento del consumidor en la adquisición de productos lácteos	156-176
	Paulina Fernanda Bolaños Logroño, Fernando Ricardo Márquez Sañay, Carmen Elena Mantilla Cabrera	
12	Modelo matemático estocástico para diagnosticar calidad de agua y sedimentos en zonas influenciadas por la actividad petrolera en la provincia de Orellana.	177-195
	Carlos Rolando Rosero Erazo, Fausto Manolo Yaulema Garces, Jorge Luis Yaulema Castañeda	
13	Técnicas experimentales para caracterizar materiales fotoconductores	196-210
	Cristian Daniel Arambulo Almendariz, Luis Santiago Carrera Almendáriz	
14	Medidas financieras en el entorno de los negocios, para minimizar los efectos de la pandemia COVID-19	211-231
	Edison Becerra Molina, Gina Cuadrado Sánchez, María Eliza Flores Flores	
15	Las rutas alimentarias: una estrategia turística basada en la identidad gastronómica ambateña	232-249
	María Verónica Montalvo Moncayo, María Fernanda Viteri Toro, Camilo Francisco Torres Oñate, Daniel Oswaldo Sánchez Guerrero	
16	La depuración de aguas residuales. Estudios de soluciones para el municipio de Ambato. Ecuador.	250-270
	Santiago Andrés Ortiz Montero, Galo Wilfrido Núñez Aldás, Alex Gustavo López Arboleda, Alex Xavier Frías Torres	

Aplicación de la metodología de la gestión BIM en el canal de conducción de agua del sistema de riego Chiticay – Paute



Application of the BIM management methodology in the water conduction channel of the Chiticay - Paute irrigation system

Chica Guzmán Carlos Adrián.¹ & Diego Fernando Coronel Sacoto.²

Recibido: 04-05-2021 / Revisado: 15-05-2021 / Aceptado: 08-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1761>

Introduction: This research investigates the most relevant programs used in the BIM management methodology worldwide to manage civil projects in terms of linear infrastructures, this information allowed to propose the implementation of this methodology in the management of the irrigation system Chiticay-Paute to optimize the cost of the work with the efficient use of material and human resources. **Objective.** Obtain information from bibliographic sources and experts distributed in Europe and America on the tools used for BIM management in civil construction processes focused on drinking water networks. **Methodology.** It began by conducting a survey of different BIM, hydraulic and road specialists who are involved in this type of management from different countries in Europe and America to verify which are the most accessible tools and which gives the best results for the development of the third, fourth and fifth dimension of project management. In addition, a bibliographic review is carried out on investigations that implement the BIM methodology to complement the data presented by the experts and verify the level of maturity in the use of these tools in different countries. In addition, a section of the canal was modeled and the exact items were quantified to optimize the

¹Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Arquitectura. Cuenca, Ecuador, carlos.chica1@est.ucacue.edu.ec ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8758-4069>

² Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Arquitectura. Cuenca, Ecuador, dcoronels@ucacue.edu.ec, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-8105-4104>

resources and time of the aforementioned irrigation system. **Results.** From the data obtained by the research tools and the bibliographic review, it was found that BIM technology reduced the costs of executing works for the reconstruction of the canal by 13.08 dollars in the 20 meters analyzed, while, in the 17 km that owns the total dimension of the channel is calculated a saving of \$ 11,118.00 dollars. In addition, time is optimized in the design and construction in the change of the hydraulic section of the channel. **Conclusion.** It is concluded that the BIM methodology is suitable to be applied in several irrigation systems in the province of Azuay to save resources and interconnect several management processes in a single collaborative system in real time.

Keywords: Irrigation, BIM methodology, construction, design, resources, time.

Resumen.

Introducción: La presente investigación, indaga en los programas más relevantes utilizados en la metodología de la gestión BIM a nivel mundial para gestionar los proyectos civiles en cuanto a infraestructuras lineales, esta información permitió proponer la implementación de esta metodología en la conducción del sistema de riego Chicticay-Paute para optimizar el costo de la obra con el uso eficiente de los recursos materiales y humanos. **Objetivo.** Obtener información de fuentes bibliográficas y de expertos distribuidos en Europa y América sobre las herramientas utilizadas para la gestión BIM en procesos de construcciones civiles de obra lineal como canales de riego. **Metodología.** Se inició realizando una encuesta a diferentes especialistas BIM, hidráulicos y viales que están involucrados en este tipo de gestión de diferentes países de Europa y América para constatar cuales son las herramientas más accesibles y que da los mejores resultados para el desarrollo de la tercera, cuarta y quinta dimensión de la gestión de proyectos. En adición, se realiza una revisión bibliográfica sobre investigaciones que implementan la metodología BIM para complementar los datos presentados por los expertos y verificar el nivel de madures del uso de estas herramientas en diferentes países. Además, se efectuó el modelado de un tramo del canal y se cuantificó los rubros exactos para optimizar los recursos y tiempo del sistema de riego antes mencionado. **Resultados.** De los datos obtenidos por las herramientas de investigación y la revisión bibliográfica se pudo constatar que la tecnología BIM redujo los costos de ejecución de obra para la reconstrucción del canal en 13,08 dólares en los 20 metros analizados, mientras que, en los 17 km que posee la dimensión total del canal se calcula un ahorro de \$11.118,00 dólares. Además, se optimiza el tiempo en el diseño y construcción en el cambio de la sección hidráulica del canal. **Conclusión.** Se concluye que la metodología BIM es apto para ser aplicado en varios sistemas de riego de la provincia del Azuay para ahorrar recursos e interconectar varios procesos de la gestión en un solo sistema colaborativo en tiempo real

Palabras claves: Riego, metodología BIM, construcción, diseño, recursos, tiempo.

Introducción.

La preservación y uso eficiente de los recursos hídricos junto a los servicios y productos derivados de estos, son necesarios para asegurar la sostenibilidad global y la calidad de vida de las personas, sin embargo, la modernidad, el crecimiento poblacional y económico han impulsado una creciente demanda de estos recursos que representan un verdadero reto que la humanidad debe superar si quiere asegurar la subsistencia de generaciones futuras (The United Nations World Water Development Report [WWDR], 2019). Como mencionan los autores Pérez, Leyva, & Gómez (2018), la reducción de agua disponible es un evento inminente que amenaza la estabilidad y seguridad internacional puesto que, según estimaciones, para el año 2050 la población incrementará a 9.1 mil millones de personas, esto ocasionará una demanda de alimentos y servicios hídricos sin precedentes para el planeta especialmente para el sector agrícola puesto que, como menciona el Banco Mundial (2017) se destina hasta el 70% del agua para riego y fines agrarios a través de sistemas de distribución con índices bajos de eficiencia.

Por lo expuesto, pese a que el riego representa un porcentaje mayoritario del uso de recursos hídricos en el mundo, existen muchas zonas de la población que se dedica a la producción agrícola que aún no utiliza de forma eficiente este recurso, especialmente en los sistemas de distribución, puesto que, como mencionan Nieto, Pazmiño, Rosero, & Quishpe (2018): “La deficiencia en el manejo del agua de riego se observa en todos los componentes del sistema, desde la captación hasta la aplicación en las parcelas; pasando por la conducción, almacenamiento, distribución y métodos de riego parcelario” (p.52).

Seguidamente, en los últimos años, se han desarrollado estrategias y sistemas de distribución de agua potable y de riego que permiten que el recurso acuífero sea abastecido de forma más eficiente en factores de cantidad, continuidad y calidad. Sin embargo, para que estos sistemas funcionen adecuadamente, es necesario que se ejecuten las etapas de construcción y mantenimiento de forma coordinada, puesto que, si existe una mala distribución y uso deficiente de los recursos tanto humanos como materiales durante la implementación de los sistemas de distribución, pueden ocasionar que los sistemas operen con caudales mucho mayores para los que fueron diseñados, en consecuencia, la eficiencia de los mismos se ve comprometido (Gómez, Cubillo, & Carrasco, 2017).

Por lo anterior mencionado, es necesario implementar estrategias de organización y trabajo colaborativo en la construcción de estos sistemas para gestionar de forma eficiente los recursos disponibles. Una de las metodologías que cobró relevancia en los últimos años desde sus primeros conceptos en la década de los 70, es la tecnología BIM por sus siglas en inglés Building Information Modeling o también llamado construcción inteligente que integra las herramientas digitales para gestionar la construcción de una obra en tiempo real en un único modelo que constituye los datos de todos los participantes del proyecto para determinar requerimientos de compras, tiempo, impacto ambiental, mantenimiento entre otros. El autor Bermejo y González (2018) define a la metodología BIM como:

Una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. BIM es un recurso de conocimiento compartido para obtener información sobre una instalación que constituye una base fiable para las decisiones durante su ciclo de vida; definido como válido desde la concepción inicial hasta la demolición. (p.9)

En adición, esta metodología permite la verificación de manera práctica de los beneficios intangibles de un proyecto como; la comunicación multidimensional efectiva, el flujo de información, la fácil determinación de mejoras en soluciones constructivas y una toma de decisiones oportunas sin improvisación. Además, este modelo de gestión permite analizar todas las dimensiones de una obra, incluido el aspecto económico y la detección de problemas durante la construcción con sistemas complejos (Montoya, Garrigos, Echarri, & Rizo., 2020).

A lo mencionado, para la aplicación de la metodología BIM en infraestructuras lineales como los canales en proyectos hidráulicos, es necesario la consideración de las dimensiones que posee este modelo de gestión, para verificar en qué grado de madurez se encuentra y las herramientas disponibles para cada dimensión. A continuación, se describen brevemente cada una de estas dimensiones del BIM que se relacionarían con la investigación.

La primera dimensión hace referencia al carácter unidimensional (BIM 1D) de la metodología y hace referencia a la conceptualización del proyecto de construcción, es decir, es el proceso de estudios preliminares requeridos para determinar la viabilidad, o en otras palabras, es la evaluación del grupo de expertos para darle su forma inicial y estimada (Olawumi & Chan, 2019). La segunda dimensión se refiere al enfoque bidimensional (BIM 2D), esta dimensión es considerado como los documentos constructivos básicos para el inicio del proyecto, antes de la innovación del BIM. Son utilizados como modelos o guías para el desarrollo tridimensional (Acampa, 2019).

A lo expuesto, la tercera dimensión hace mención al enfoque tridimensional (BIM 3D) que es la representación de un modelo virtual tridimensional, donde no solo se pueden evidenciar líneas o representaciones, sino propiedades ligadas a las herramientas del diseño. Según el programa utilizado podrá ser exportado a un programa con un archivo común. Por otro lado, la cuarta dimensión se refiere a la programación temporal (BIM 4D) que, en palabras de los autores Bermejo & González (2018):

Es el resultado de añadir la variable tiempo al modelo BIM 3D. Permite controlar la dinámica del proyecto, realizar simulaciones de las diferentes fases de la ejecución de la obra o diseñar el plan de ejecución y compartirlo con todos los oficios, empresas y demás agentes intervinientes en el proceso (...) Además, esta dimensión permite simular el proceso de ejecución, visualizando el avance de la obra, el equipamiento y medios auxiliares que se utilizarán, su correcto emplazamiento, las interferencias que se puedan llegar a producir o las medidas de seguridad y salud que será necesario utilizar para evitar accidentes. (p.24)

Finalmente, la quinta dimensión (BIM 5D) Es la gestión de los costos, la cual está vinculada de una manera óptima cuando se logra un modelado eficiente y completo del proyecto. En esta dimensión ya se posee la planificación detallada de las actividades a ejecutarse, vinculadas directamente con los rendimientos u otros parámetros para la estimación de costos. Los softwares utilizados permitirán la generación de un presupuesto detallado en tiempo real (Vera, 2018).

A todo lo anterior expuesto, estas herramientas se pueden utilizar para gestión de forma eficiente en la construcción de la línea de conducción de agua destinada para riego en las cinco dimensiones, de esta manera, se puede evitar los problemas recurrentes de su construcción y posterior mantenimiento que infieren en la disminución de eficiencia, disponibilidad, y costos elevados, especialmente en la realidad ecuatoriana. Puesto que, en Ecuador, el mantenimiento de la línea de conducción de agua en muchos de los casos, especialmente en la zona andina, se realiza a través de grupos de beneficiarios del recurso que organizan mingas (reunión de tipo comunitaria social para realizar trabajos) de mantenimiento (El Comercio, 2014). Pero, esto no siempre se cumple, ya que se realizan estas acciones de manera poco oportuna y de forma inadecuada, con soluciones poco duraderas que solo alivian los problemas.

La organización insipiente, desordenada y poco eficiente del sistema de trabajo anteriormente mencionado, repercute directamente en la vida útil de los sistemas, puesto que permite la acumulación de sedimentos, desgaste del recubrimiento, fugas en tramos importantes e interrupciones del servicio que provoca un desperdicio del recurso hídrico y de los recursos económicos de la zona afectada (Goulven, Ribadeneira, & Ruf., 1991). Como consecuencia de estos problemas se han creado Instituciones que manejan el recurso agua de acuerdo a sus competencias como los Gobiernos Provinciales que son los encargados del diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas de riego a nivel provincial. Sin embargo, los sistemas de riego no han coordinado de una manera apropiada las etapas de construcción y mantenimiento, afectando en gran magnitud a los usuarios de dichos sistemas.

En este sentido, el sistema de riego Chiticay- Paute, ubicado en el cantón Paute perteneciente a la provincia del Azuay, es uno de los sistemas más afectados por las circunstancias mencionadas, debido a que, pese a ser uno de los sistemas con mejor operatividad a nivel del austro ecuatoriano, la sección hidráulica está sobredimensionada y provoca un mantenimiento anual innecesario por su diseño inadecuado. Este sistema entró en servicio en la década de los 80, el cual comprende de una conducción de 17 km y posee un caudal autorizado de 300 l/s, el área de riego del sistema es de 1000 ha. Debido a que ha cumplido su vida útil, se hace imprescindible su rehabilitación emergente, ya que presenta problemas de filtraciones en la red de conducción a cielo abierto provocando deslizamientos de pequeñas a grandes dimensiones de los taludes permanentemente.

Por las razones anteriormente mencionadas, el presente artículo pretende implementar la metodología de la gestión BIM en el sistema de riego Chiticay – Paute para buscar eficiencia hidráulica y optimizar los recursos humanos y materiales del tramo restaurado,

como muestra, para luego ser aplicado a toda la extensión del canal. Para realizar lo anterior mencionado se procede a evaluar el estado general del revestimiento de hormigón que provocan las filtraciones y en consecuencia los deslizamientos. Además, se indaga en cómo se aplica la gestión BIM mediante softwares existentes en el medio profesional a través de una recopilación de información de expertos a nivel mundial y con la recopilación bibliográfica de investigaciones que abordan esta temática.

Metodología.

Esta investigación se basa en la metodología presentada por Cabré (2012) que corresponde al tipo cuasi – experimental que tiene las siguientes características de acuerdo a distintos autores. (ver Tabla 1)

Tabla 1. Características de la investigación cuasi-experimental

Autor	Característica
Cook y Campbell	Se diferencia de la investigación experimental por la ausencia de asignación aleatoria a las variables, es decir, el investigador no tiene control de las unidades investigadas.
Pedhazur y Schmelkin	El cuasi-experimento posee todos los elementos constitutivos de una experimento pero, el investigador no asigna aleatoriamente los grupos de investigación, en consecuencia, se ve obligado a evaluar y separar los factores que afectan la variable dependiente
Hedrick	“Permiten estimar los impactos del tratamiento o programa, dependiendo de si llega a establecer una base de comparación apropiada”. (p.58)

De acuerdo a la información presentada en la tabla anterior y complementado con el análisis del diseño cuasi experimental presentado por el Centro de Estudios de Opinión [CEO] (2008), esta investigación se abordó por etapas que se describirán a continuación: En la primera etapa se realizó una exploración bibliográfica practica para indagar en investigaciones que abordan las cinco dimensiones de la gestión de proyectos a través de las herramientas virtuales de la metodología BIM con el propósito de caracterizar el nivel de madurez de esta metodología en infraestructuras lineales en el campo de la ingeniería civil, y obtener instrumentos digitales que se puedan implementar en la gestión del tramo Chiticay-Paute.

Para la segunda etapa, se elaboró un cuestionario de tipo exploratorio para indagar el nivel de madurez y las herramientas que se usan actualmente en el campo profesional de la ingeniería civil en cuanto a la gestión de proyectos, mediante la aplicación de la metodología BIM y sus herramientas virtuales. Para esto, se aplicaron las encuestas a diferentes expertos en la metodología BIM en varios países de Europa y América.

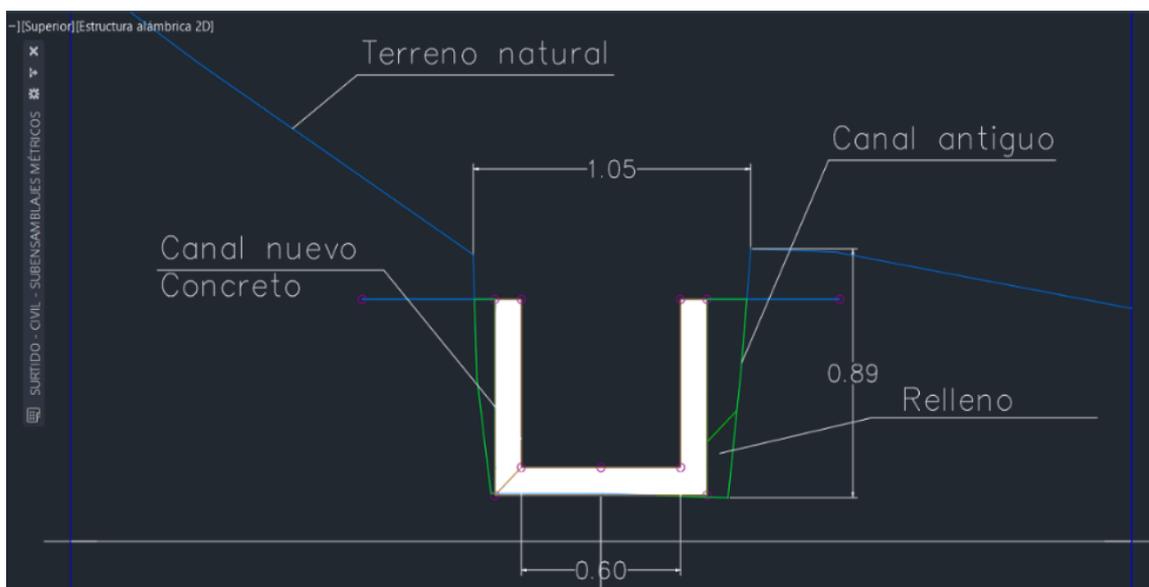
En la tercera etapa se continuó con el análisis y evaluación del tramo del canal Chiticay-Paute a través de sus 4 dimensiones. En la primera dimensión, se realiza un levantamiento

del tramo de la línea de conducción a través de la herramienta de “estación total” que utiliza puntos de referencia para verificar su longitud total, a través de esta herramienta se determinó la dimensión de 19 metros. A continuación, se procedió a medir la sección del canal mediante el uso de un flexómetro y se verificó que el canal posee una sección variable entre 80 cm x 80 cm a 90 cm x 90 cm.

Para la segunda dimensión, que hace referencia al diseño de la nueva sección de la línea de conducción, se utilizó el programa HydraFlow en la cual se colocan parámetros de caudal, pendiente, coeficiente de rugosidad del material, y la base variable para determinar la sección óptima del canal. Además, se implementó las herramientas encontradas en la recopilación bibliográfica y los datos de las encuestas a los expertos que corresponde al software Civilcad 3d y al plug-in de autodesk-Subassembly Composer.

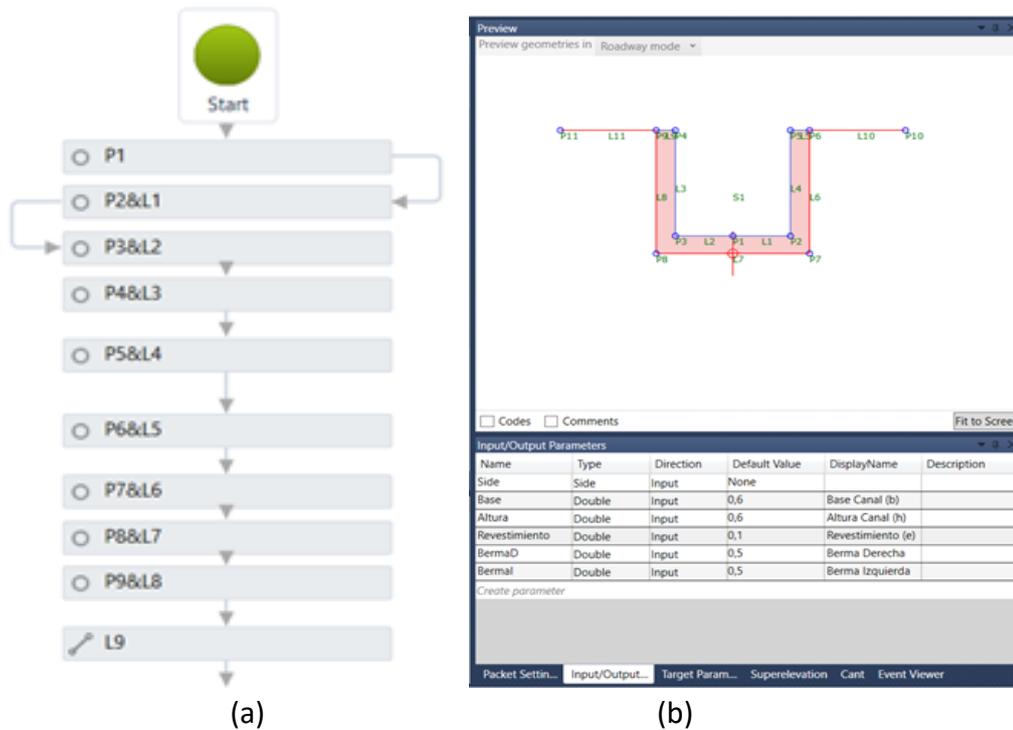
Con los instrumentos mencionados se realizó el dimensionamiento de la sección del canal y se determinaron las herramientas a emplearse de manera dinámica entre los programas ya que el plug-in mencionado permite que los cambios realizados en Subassembly Composer se actualice automáticamente en Civilcad. La sección diseñada se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Sección del canal optimizado



Los parámetros para el dimensionamiento de la sección hidráulica se determinaron según lo establecido por Ministerio del Ambiente y del Agua (MAE) que autorizó un caudal promedio de 300 litros/segundo para el sistema de riego Chiticay-Paute, con una pendiente del 2 por mil, además, se utilizó el valor de la rugosidad de 0.014 mm que corresponde al acabado superficial de los conductos hidráulicos del concreto sin pulir referenciado por Chow (2004). La codificación del canal en el programa Subassembly Composer se muestra en la figura 2.

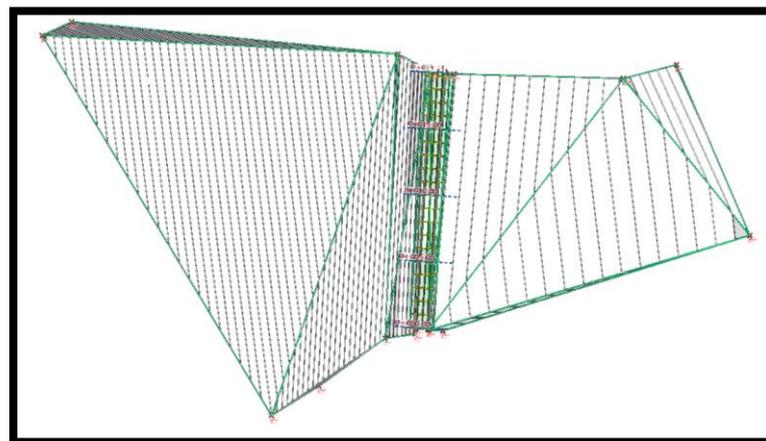
Figura 2. Codificación del canal en Subassembly Composer



Nota: Diagrama de flujo con la codificación del diseño del canal para obtener el subensamblaje (a) Dimensiones del canal (b) **Fuente:** Autor (2021)

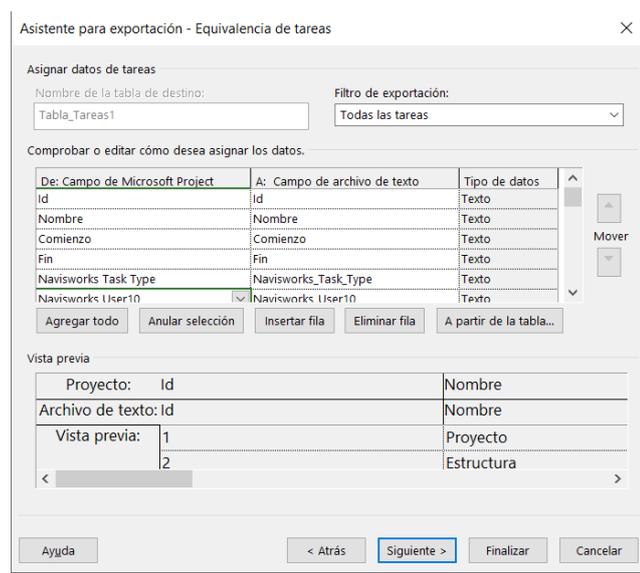
Como se muestra en la figura 3, para la tercera dimensión se realizó el diseño tridimensional del canal con los datos tomados en la primera dimensión en el programa Civil Cad 3D, este modelado se alineó al diseño de los demás programas, es decir, con el diseño hidráulico de Hydraflow que sirve para la codificación del mismo en el plug-in Subassembly Composer y el perfil del canal efectuado en el civil Cad 3D para generar el corredor del canal. Con el corredor, se realiza las superficies de obra lineal, lo que permitió generar líneas de muestreo que proporcionó las cantidades de obra óptimas para la ejecución del proyecto.

Figura 3. Líneas de muestreo del canal en Civilcad 3D.



En la cuarta dimensión que corresponde a la programación temporal del 3D se utilizó los programas mencionados por los encuestados que fueron; Navisworks y Microsoft Project. Con la ayuda del programa Microsoft Project se realizó la planificación del proyecto según los componentes a emplearse, pero como el análisis está enfocado a un solo tramo, se planificó el proyecto de manera que se pueda finalizar en tres días. Para la interoperabilidad entre los dos programas, es necesario que, en programa de Microsoft Project, se incluya la columna de Navisworks Type donde se va a agregar el recurso a cuál pertenece y el identificador ID. Adicionalmente, el archivo debe guardarse en formato CSV para asegurar la compatibilidad y colocar los datos a exportar como se muestra en la figura 4.

Figura 4. Parámetros de exportación en el programa Microsoft Project



Luego de la exportación, ya se pudo dar inicio al seguimiento del proyecto a través del programa Navisworks que, a su vez, permite verificar lo diseñado en el programa CivilCAD 3D y la planificación realizada en Microsoft Project. La forma de asegurar la interoperabilidad es la siguiente:

- En el programa de civilcad 3D cuando ya se finaliza el diseño, se debe extraer el sólido del proyecto, en este caso, el diseño del canal y guardar con formato DWG.
- En el programa NAVISWORKS se añade el proyecto guardado en civilcad 3D
- Con el proyecto agregado en el programa, se realiza la importación de los datos del programa Microsoft Project, en este paso se puede agregar en formato CSV o en formato Microsoft Project.

Resultados.

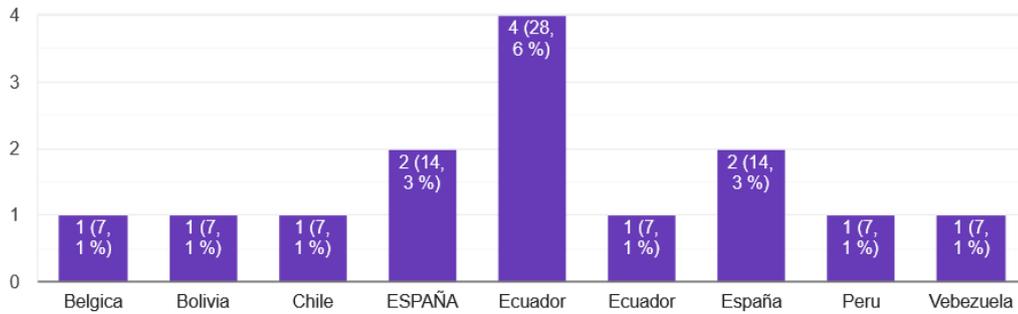
La presentación de los resultados se divide por los objetivos planteados en esta investigación y en correspondencia las 4 dimensiones del tramo del canal Chiticay –

Paute. Por lo mencionado, el primer resultado se corresponde al nivel de madurez en que se encuentra la gestión BIM en los proyectos civiles. Como se puede apreciar en la figura 5, para dar un mayor alcance a esta investigación se enfocó la encuesta a varios expertos alrededor del mundo.

Figura 5. País de residencia de los encuestados.

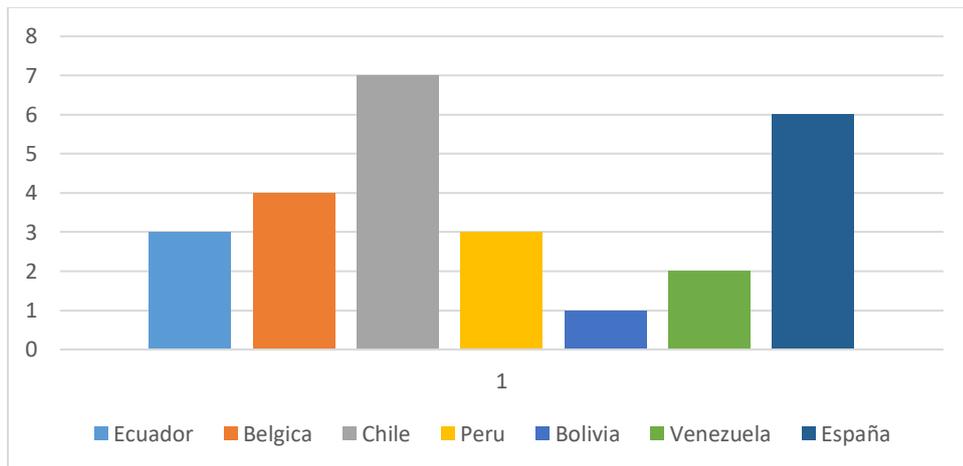
¿EN QUE PAIS RESIDE?

14 respuestas



Como se puede observar, se recolectó información de expertos en gestión BIM de 9 países distintos distribuidos entre Latinoamérica y Europa, pero la población mayoritaria se encuentra en Ecuador, puesto que es el lugar en la que se desarrolla el proyecto. A esto, en la figura 5 se muestra los valores promediados del nivel de desarrollo de la metodología BIM en cada país.

Figura 5. Nivel de desarrollo de la tecnología BIM en el país de los encuestados.



Como se puede observar en la figura anterior, conforme a las respuestas de los encuestados, los países con el mayor nivel de desarrollo de la tecnología BIM es Chile y España, mientras que el país el menor nivel es Bolivia. En cuanto a Ecuador, el promedio de respuestas es de 3 puntos que corresponde a un nivel por debajo del promedio general de todos países consultados. A continuación, en la tabla 2, se muestra los resultados de la encuesta sobre cuantas dimensiones es posible trabajar usando la tecnología BIM.

Tabla 2. Dimensiones que han utilizado los encuestados en la tecnología BIM

País	Dimensiones
Ecuador	3D, 4D, 5D.
Bélgica	7D
Chile	10D
Perú	7D
Venezuela	Aún no han implementado
España	5D

Como se puede apreciar en la tabla anterior, la metodología BIM se puede implementar hasta las 10 dimensiones como menciona el consultor de Chile, pese a esto, es importante recalcar que las 10 dimensiones solo se pueden aplicar en arquitectura pues, según la indagación bibliográfica, solo se puede llegar hasta la cuarta o quinta dimensión. A lo expuesto, en la tabla 3 se presenta las herramientas usadas por los expertos para la gestión BIM de sus proyectos.

Tabla 3. Herramientas usadas por los expertos en la gestión BIM por país.

País	Herramientas para elementos hidráulicos	BIM 4D	BIM 5D
Ecuador	CYPE, Civil CAD 3D, Revit, Cypecad.	Revit, ArchiCAD, Naviswork, PMI.	Revit, ArchiCAD, Presto, Arquímedes, Cype
Bélgica	Revit, Cypecad.	Revit, Naviswork, Synchro, Bexel Manager	-
Chile	Revit, Tekla Structures	Naviswork	-
Perú	Revit	Naviswork	Presto con plugin Cost It
Bolivia	-	-	-
Venezuela	Revit	Naviswork	Maprex dataalaing
España	Civil CAD 3D, Revit,	Synchro, Microsoft Project, Presto de RIB Spain	Presto, Cost it, Arquímedes

Para complementar la tabla anterior se muestra en la tabla 4 los instrumentos indagados en la revisión bibliográfica

Tabla 4. Instrumentos de gestión BIM encontrados en la revisión bibliográfica

Autor/es	Dimensión	Instrumentos encontrados
Vera (2018)	BIM 3D	Civil CAD3D
	BIM 4D	Ms Project, Primavera para la simulación del software programas Synchro PRO
	BIM 5D	Revit, plug-in cost it, presto.

	BIM 3D	Civil CAD 3D
D'Amico, D'Ascanio, & Chiarra. (2020)	BIM 4D	STR, Vision, CPM, Ms Project, para la 17utodesk17n del software programas Navisworks, Synchro PRO
(Li&Zhang&Mei&Lin&Yu&Qiu&Su&Lin&Lou, 2020)	BIM 5D	5D: investigación-STR Vision CPM Revit,
(Monar, 2020)	BIM 3D	Software Glodon.
	BIM 5D	Subassembly Composer, Autodesk
	BIM 2D	

Como se puede observar en las tablas anteriores, los resultados tanto de la investigación bibliográfica como el cuestionario aplicado a los expertos recolectaron una serie de instrumentos que se pueden utilizar para la gestión BIM hasta la quinta dimensión. Sin embargo, por consideración técnicas, económicas y de disponibilidad, muchas de las herramientas no se pueden implementar en el contexto ecuatoriano o no poseen retro compatibilidad entre ellas para desarrollar la gestión BIM propiamente dicha, es por esta razón que se eligieron las herramientas mostradas en la tabla 5.

Tabla 5. Instrumentos de gestión BIM a utilizar en el tramo Chiticay – Paute.

Dimensión	Herramienta
BIM 2D	HydraFlow, plug-in 17utodesk-Subassambly Composer
BIM 3D	Civil CAD 3D
BIM 4D	Navisworks, Microsoft Project

Con las herramientas mencionadas en la tabla anterior se procedió a realizar el rediseño de la nueva sección del canal optimizado y se obtuvieron las cantidades de obra y presupuesto del proyecto, actividad que generalmente toma mucho tiempo a los ingenieros civiles. Con la finalidad de comparar los resultados entre la gestión tradicional y la gestión BIM se presenta en la tabla 6 y tabla 7 el presupuesto estimado para el tramo del canal Chiticay – Paute

Tabla 6. Presupuesto de construcción con gestión tradicional

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.total
1		Movimiento de tierras				
1.1	502020	Relleno	m3	2,90	18,24	\$52,90
2		Estructura				
2.1	502001	Hormigón simple f'c=180 Kg/cm2	m3	3,86	144,26	\$556,84
		Subtotal				\$609,74
		IVA 12%				\$73,17
		Total por metro cubico				\$682,91

Como se puede verificar en la tabla anterior las cantidades se calcularon por la metodología tradicional con las dimensiones tomadas en campo, con una sección promedio del canal existente, lo cual se restaría del volumen del canal para el relleno.

Tabla 7. Presupuesto de construcción con gestión BIM

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P.total
1		Movimiento de tierras				
1.1	502020	Relleno	m3	2,26	18,24	\$41,22
2		Estructura				
2.1	502001	Hormigón simple f'c=180 Kg/cm2	m3	3,86	144,26	\$556,84
		Subtotal				\$598,07
		IVA 12%				\$71,77
		Total por metro cubico				\$669,83

Se puede observar la variación que existe con la optimización de los recursos por medio de la metodología BIM en el tramo de canal, además se debe constatar que el sistema posee una longitud de 17km lo cual sería eficiente para el mantenimiento.

El cálculo del hormigón del canal se mantiene debido a que las dimensiones son las mismas, pero en un imprevisto para el rediseño por medio de la metodología de la gestión BIM permite que la sección hidráulica varié (dinámicamente) para la generación de las nuevas cantidades de obra. En comparación de la metodología tradicional que se lo debería hacer repetitivamente. Además, se pudo verificar el sobredimensionamiento del canal antiguo con el canal nuevo obtenido por medio de la metodología de la gestión BIM.

Conclusiones.

- La integración de varias herramientas informáticas a través de la metodología BIM, dentro del campo de ingeniería civil, permite un ahorro notable de tiempo al calcular automáticamente: un óptimo diseño hidráulico de la sección, cantidad de materiales y presupuesto. A su vez, esta automatización de los procesos de gestión permite que las actividades del profesional afín también sean eficientes, pudiendo aprovechar el tiempo ahorrado en otras actividades relacionadas con la profesión.
- Luego de la revisión bibliográfica se puede observar el avance que tiene la metodología BIM en la proyección de nuevas construcciones a nivel mundial, por lo tanto, para que Ecuador se mantenga a la vanguardia en la gestión de proyectos y mejore los servicios prestados a la comunidad, debe incursionar y potenciar el uso de esta nueva tecnología. Además, puesto que Ecuador pertenece a la categoría de países en vías de desarrollo, debe invertir esfuerzos por optimizar las obras civiles y reducir el gasto público. En este sentido, al implementar esta metodología, reducirá considerablemente los costos por obra, aumentará ciclo de

vida de los proyectos y permitirá a los consumidores aprovechar eficazmente el recurso hídrico sin interrupciones de suministro.

- En adición, se debe continuar explorando y adiestrando a los profesionales involucrados en obras civiles sobre la aplicación de la metodología BIM a otras etapas de la construcción de sistemas de riego como la distribución, e incluso operación del sistema, puesto que, como se demostró en esta investigación se puede lograr procesos eficientes y sostenibles en la gestión.
- Finalmente, pese a que en el desarrollo de esta investigación no se alcanza a desarrollar la quinta dimensión, la indagación bibliográfica y la encuesta a los expertos demuestra que se puede incorporar el factor costos a la gestión BIM, por lo tanto, se recomienda continuar ampliando esta investigación hasta complementar la 5D al proyecto.
- 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 agradezco a todos y cada uno de los instructores por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Referencias bibliográficas.

- Banco Mundial. (22 de marzo de 2017). *Grupo Banco Mundial*. <https://n9.cl/85jsy>
- Acampa, G. (2019). Representación del dibujo frente a simulación de los sistemas BIM. Oportunidad o amenaza para la arquitectura. *ACE* 40, 14(40), 111-132. doi: 10.5821/ace.14.40.6689
- Bermejo, J., & González, B. (2018). *Aplicación de la metodología BIM al proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial -modelo BIM 4d planificación* [tesis de masterado, Escuela Técnica Superior de Ingeniería]. Repositorio de la ETSI. <https://n9.cl/mi2mb>
- Cabré, R. (2012). *Diseños cuasi-experimentales y longitudinales* [tesis de grado, Universidad de Barcelona]. Repositorio de la UB. <https://n9.cl/zjnl>
- Chow, V. (2004). *Hidráulica de canales abiertos*. 07-010776-9. McGraw-Hill. <https://n9.cl/2qeq0>
- El Comercio. (15 de junio de 2014). *Las juntas de agua marcan la vida de las comunidades en la Sierra*. <https://n9.cl/kgg3t>
- Gómez, P., Cubillo, F., & Carrasco, F. (2017). Metodología para caracterizar la eficiencia de una red de distribución sectorizada. *IMTA*, 8(4), 57-77. <https://n9.cl/6ec7>
- Goulven, Ribadeneira, & Ruf. (1991). Riego tradicional andino en Ecuador. *Revista de desarrollo rural alternativo*. (9), 177-198. <https://n9.cl/uq34p>
- Montoya, Garrigos, Echarri, & Rizo. (2020). Building Information Modelling: Disrupting Team Building and Teamwork on Construction Projects. *Applied Sciences*, 1-18.

- Nieto, C., Pazmiño, E., Rosero, S., & Quishpe, B. (2018). Estudio del aprovechamiento de agua de riego disponible por unidad de producción agropecuaria, con base en el requerimiento hídrico de cultivos y el área regada, en dos localidades de la Sierra ecuatoriana. *Siembra*, 5(1), 51-70. <https://n9.cl/3e8rr>
- Olawumi, T., & Chan, D. (2019). Building Information Modelling and Project Information Management Framework for Construction Projects. *ResearchGate*, 25(1), 53-75. DOI: 10.3846/jcem.2019.7841
- Pérez, A., Leyva, D., & Gómez, F. (2018). Desafíos y propuestas para lograr la seguridad alimentaria hacia el año 2050. *Rev.Mex.Cienc.Agríc.*, 9(1). <https://n9.cl/a625>
- Tang., Zhang., Guan. & Chen. (2020). Integrating three-dimensional road design and pavement structure analysis. *Automation in Construction*, 2-14. <https://n9.cl/hlafd>
- The United Nations World Water Development Report [WWDR]. (2019). *Informe Mundial sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2015: Agua para un mundo sostenible. Water for a sustainable world*. <https://n9.cl/ylqp7>
- Vera, C. (2018). *Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. Modelo BIM 5D Costes* [tesis de fin de master, Universidad de Sevilla]. Repositorio de la US. <https://n9.cl/rd9k>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Carlos Adrián, C. G., & Coronel Sacoto, D. F. (2021). Aplicación de la metodología de la gestión BIM en el canal de conducción de agua del sistema de riego Chiticay – Paute. ConcienciaDigital, 4(3), 6-21. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1761>



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

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



Rentabilidad de la implementación de paneles fotovoltaicos en relación con el consumo promedio por vivienda en las 4 regiones naturales del Ecuador.



Profitability of the implementation of photovoltaic panels in relation to the average consumption per home in the 4 natural regions of Ecuador

David Ricardo Merchán Sacoto. ¹

Recibido: 05-05-2021 / Revisado: 16-05-2021 / Aceptado: 09-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1762>

Introduction. Technological development is an important part of the global framework of our development, in addition to negatively affecting all ecosystems, we also consume a large part of the resources. Therefore, fundamental measures must be taken to counteract this reality. One of these actions is the application of more self-sustainable constructions in current homes, such as photovoltaic panels. **Objective.** Evaluate the profitability of the application of the photovoltaic panel system with a view to the sustainability of the building in an economic way. **Methodology.** In the present study, it was based on the elaboration of an Excel book in which the different calculation methods of the sustainability system are applied based on subsequent comparisons of the behavior of the photovoltaic panels, as previously mentioned it was established in 4 different areas of the country that is Costa; Sierra Oriente and Insular, based on the solar radiation of each area. **Results.** Among the results in the areas where the implementation of photovoltaic energy occurs based on the average consumption per dwelling, it is not economically feasible, given that to recover the initial investment, the useful life of the equipment is exceeded, which is 20 years. which accumulated savings reaches a value of 8,046.36 USD and recovering the investment at 31 years. **Conclusion.** As for the generation of energy in our country, it is at its peak, so it is not necessary to install photovoltaic panels in places where electricity is generated in a sustainable way, except for affordable electricity. However, the effectiveness of implementing these systems lies in areas where they cannot be accessed.

¹ Universidad Católica de Cuenca, Maestría en Construcción con Mención en Gestión de Construcción Sostenible, Azuay, Ecuador, david.merchan@est.ucacue.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-4871-004X>

Keywords: sustainable building, energy, construction, solar heaters; photovoltaic panels.

Resumen.

Introducción. El desarrollo tecnológico es parte importante del marco global de nuestro desarrollo, además de afectar negativamente a todos los ecosistemas, también consumimos gran parte de los recursos, Por tanto, se deben tomar medidas fundamentales para contrarrestar esta realidad. Una de estas acciones es la aplicación de construcciones más autosustentables en las viviendas actuales, tales como son los paneles fotovoltaicos.

Objetivo. Evaluar la rentabilidad de la aplicación del sistema de paneles fotovoltaicos con miras a la sostenibilidad del edificio de manera económica. **Metodología.** En el presente estudio, se basó en la elaboración de un libro de Excel en el que se aplica los diferentes métodos de cálculo del sistema de sostenibilidad en base a posteriores comparaciones del comportamiento de los paneles fotovoltaicos, como antes mencionado se estableció en 4 diferentes zonas del país que es Costa; Sierra Oriente e Insular, en base a la radiación solar de cada zona. **Resultados.** Entre los resultados en las zonas donde se da la implementación de energía fotovoltaica en base al consumo promedio por vivienda no es factible económicamente, dado que para recuperar la inversión inicial se supera el tiempo de vida útil de los equipos, que es de 20 años el cual el ahorro acumulado llega a un valor de 8046,36 USD y recuperando la inversión a los 31 Años. **Conclusión.** En cuanto a la generación de energía en nuestro país, está en su apogeo, por lo que no es necesario instalar paneles fotovoltaicos en lugares donde se genera electricidad de forma sostenible, salvo electricidad asequible. Sin embargo, la efectividad de implementar estos sistemas radica en áreas donde no se puede acceder a ellos.

Palabras claves: edificio sustentable; energía, construcción; calentadores solares; paneles fotovoltaicos.

Introducción.

Desde la invención de las herramientas de piedra, la invención de la rueda, el control del fuego hasta toda la existencia de la humanidad, incluso en la tecnología, la arquitectura y las innumerables industrias existentes de nuestro tiempo, los logros de la humanidad alguna vez fueron inimaginables. hoy es más obvio que nunca, como la contaminación excesiva, trae consigo el consumo acelerado de recursos, el cambio climático, el deshielo y el aumento del nivel del mar, temperaturas extremas y muchas otras consecuencias. La Asamblea General en 1987 el Informe “Nuestro Futuro Común”, aunque es más conocido como Informe Brundtland (IB), afirma (capítulo 2) que los países No-OCDE no pueden desarrollarse con el modelo de la zona OCDE, debido a la escasez de recursos naturales (especialmente “de la energía, de los materiales, del agua y de tierras”), estos límites “se manifestarán como costes crecientes y rendimientos decrecientes, y no como una pérdida repentina de una base de recursos”, por ello el IB urge en el sumario a transformar el modelo económico: “Somos unánimes en la convicción de que la seguridad, el bienestar y la misma supervivencia del planeta dependen de esos cambios ya”, que deben producirse “en los viejos enfoque del desarrollo y la protección del medio ambiente”

(Bermejo Gomez De Segura, 2014). En la 21ª Conferencia en París de 2015, alcanzaron un acuerdo histórico con el objetivo de combatir el cambio climático y acelerar e intensificar las acciones y las inversiones necesarias para un futuro sostenible con bajas emisiones de carbono (Organización de las Naciones Unidas, 2011). El desarrollo sostenible es el desarrollo con futuro que garantiza la satisfacción de las necesidades de las generaciones actuales y futuras sin comprometer los recursos naturales y humanos, aplicando tecnologías para disminuir la producción de agentes contaminantes (Fernández & Gutiérrez, 2013).

Por otro lado, si no se considera de antemano el concepto de desarrollo sostenible, es imposible resolver el problema de la construcción sostenible, que es un desarrollo que satisface las necesidades actuales sin comprometer las capacidades ambientales y no tendrá un impacto negativo en las necesidades de las generaciones futuras. Por lo tanto, las reflexiones aquí presentadas deben comenzar primero con el significado global del desarrollo sostenible, desde su significado original hasta los planes, acuerdos, compromisos y declaraciones producidos por las distintas reuniones del organismo de Naciones Unidas desde entonces. 80, 90 y fecha, anteriormente explicados. Posteriormente, el acuerdo del "Programa Hábitat" incluía los siguientes derechos: Obtener una vivienda adecuada, las consideraciones conceptuales de la construcción sustentable y los principios de su aplicación e implementación de los principios arquitectónicos (Delia & López, 2010).

Con el uso de combustibles fósiles y En Ecuador, representará alrededor del 50% de la generación total de electricidad para 2013, y la energía renovable está Se consideran sostenibles porque sus características les permiten satisfacer la demanda energética sin reducir futuro (F & Espinoza, 2016). Sin embargo, estamos apenas iniciando una campaña de uso de energías sustentable dentro de nuestro país, esto debido a los grandes incentivos que se realiza a las grandes empresas por parte del gobierno central, mencionados incentivos son subsidios a combustibles fósiles que fortalecen el consumo de los mismos por parte de la población dentro del país.

Sin embargo, en la última década las políticas públicas que se han formulado actualmente abren acortan la brecha para fomentar energías limpias, tales como vehículos exonerados que contaminan menos, crecimiento de la producción de electricidad por la construcción de hidroeléctricas, construcción sustentable, impuestos verdes entre otros. El 82% de la matriz energética de Ecuador obtuvo Petróleo, como diésel, gasolina y gas licuado de petróleo. Sin embargo, Ecuador es internacionalmente como uno de los países con mayores subsidios al combustible, el mayor número de registros el porcentaje de estos subsidios supera el porcentaje de educación y salud. Subsidio de combustible la demanda anual de Ecuador supera los US \$ 3.000 millones, lo que equivale al 17% de la demanda total del país. Presupuesto General del Estado (PGE) (Rivera, 2018).

El derivado del petróleo más subsidiado de Ecuador es el diésel, el precio del producto en el país es aproximadamente el 50% de su precio en el mercado internacional, también señaló los principales problemas relacionados con estos subsidios. Además del impacto

ambiental causado por el aumento de los costos presupuestarios y del consumo, el bajo precio de venta de los hidrocarburos en comparación con el mercado internacional también ha provocado el traslado de productos a la frontera, provocando enormes pérdidas económicas para Ecuador (Rivera, 2018).

La implementación de impuestos justos sociales y ambientales evitará el abuso de los recursos naturales, los cuales alentarán la recolección de recursos que pueden usarse para financiar programas de los mismos y promover el desarrollo de tecnologías limpias (Rivera, 2018).

Un programa de implementación de energías limpias es la construcción el cual hace referencia a la gran importancia para el crecimiento de largo plazo. Sin embargo, hay una gran dependencia de recursos naturales para la industria, el comercio y la construcción lo que demanda grandes cantidades de energía fósil, además de la notable explosión demográfica global (Antero & Ramírez, 2014).

La demanda de energía se distribuye por sectores, encabezando el consumo energético mundial el cual corresponde al industrial, seguido del transporte y el residencial principalmente con participaciones del 28,9%, 28,8% y 21,9% respectivamente, debido a esto el abastecimiento de demanda energética mundial proporcionada por fuentes primarias no renovables advierte un descenso para 2040, constituyendo el 75% de la demanda comparado al 81% de años anteriores (Lady & David, 2019). Por todo ello, es vital que la industria de la construcción tome medidas drásticas para reducir sus impactos con el fin de reducir su huella ecológica. Si bien algunos países han dado el primer paso para implementar medidas que requieren la instalación de sistemas de protección ambiental, sistemas de generación de energía limpia y otras medidas. Sin embargo, esto no es suficiente porque solo representan una pequeña parte de la energía consumida por estos países y están en el consumo global de energía. En países en vías de desarrollo como Ecuador, estas normas son relativamente nuevas y casi no tienen aplicación, por lo que además de la obvia necesidad de cambiar el pensamiento, la educación y la construcción su socialización también es fundamental y su aplicación debe ser obligatoria. La Arquitectura Sostenible reflexiona sobre el impacto ambiental de todos los procesos implicados en una vivienda desde los materiales de fabricación que no produzca desechos tóxicos y no consuma mucha energía, las técnicas de construcción que supongan un mínimo deterioro ambiental, la ubicación de la vivienda y su impacto con el entorno; el consumo de energía de la misma y su impacto continuando con el reciclado de los materiales cuando la casa ha cumplido su función (Velepucha, 2014). La generación de energía eléctrica a base de fuentes solares y eólicas se ha facultado en el Ecuador a través del organismo responsable de regular el mercado eléctrico, como alternativa para reducir las emisiones de CO₂ y fomentar el uso de fuentes limpias para la generación de corriente eléctrica, cumpliendo con los parámetros técnicos que le permitan evacuar energía eléctrica al Sistema Nacional Interconectado (Moncayo Picerno, 2016).

Sin embargo, en Ecuador se han realizado varios proyectos a pequeña escala, particularmente en aplicaciones fotovoltaicas las mismas que piden apoyo por parte del

estado, tanto en la investigación como desarrollo y su aplicación, por eso el instituto nacional de eficiencia energética y energías renovables (INER, 2016), está dando los primeros pasos para evaluar el recurso solar y utilizar esta información como base para futuros proyectos (Rayas, 2016).

Un ejemplo de construcción sustentable es la instalación de paneles fotovoltaicos, pues debido a los altos niveles de radiación de Ecuador (aproximadamente 4.2 kWhm), es rentable considerar el uso de recursos solares, lo que abre una realidad para el sector productivo. La energía anima activamente a todos los ciudadanos a participar en la protección del medio ambiente, porque la energía del sol no produce residuos tóxicos ni gases de efecto invernadero y permite que sus beneficios económicos se distribuyan democráticamente entre toda la población. Como en muchos países el desarrollo en Ecuador la popularización y el desarrollo de sistemas de energía fotovoltaica y/o eólica han sido conectados a la red aún está en su infancia (Velasco, n.d.).

El desarrollo energético de Ecuador a través de recursos renovables aumentará el nivel de producción de energía y aumentará la proporción de viviendas que brindan servicios de electricidad. Además, la expansión, desarrollo e innovación tecnológica del sistema de generación de energía brindará una fuente de trabajo para la comunidad y traerá beneficios económicos al Ecuador.

Este artículo pretende mostrar la capacidad energética que se podría obtener a través de un sistema fotovoltaico para abastecer a una edificación en el sur de la ciudad de Cuenca.

Módulos fotovoltaicos.

Los módulos fotovoltaicos o también llamados colectores solares fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas entre ellas en modo de serie o paralelo, dependiendo de este tipo de conexiones es que se pueden obtener paneles solares de diferentes tensión y corrientes generadas (Minotta Marin, 2017), Los paneles fotovoltaicos son los encargados de convertir directamente la energía de la radiación solar en energía eléctrica.

Las fabricaciones de estos paneles solares son con materiales como el silicio es uno de los más usados, los cuales derivan de paneles de silicio monocristalinos y policristalinos, lo cual hace altamente aplicable su uso. (Laborde, 2016)

En las últimas dos décadas los líderes académicos y de opinión pública han publicado artículos interesantes y técnicamente valiosos sobre la aplicación de componentes generadores de energía limpia a las viviendas. La existencia de toda esta información puede basarse en artículos científicos. La experiencia y los trabajos académicos han inspirado el análisis de rentabilidad actual del uso de elementos que generan energía limpia en Ecuador.

Esta investigación tiene un carácter documental experimental y se apoya en una extensa consulta bibliográfica sobre el mismo y/o temas relacionados en el medio. Siguiendo la misma lógica, el experimento se llevó a cabo en cuatro áreas de la región Sierra, Costa y

Zona Amazónica e Insular con el fin de determinar en cual zona es rentable la aplicación del módulo fotovoltaico.

Aplicaciones.

Los fotovoltaicos aprovechan la radiación solar debido a que es una de las fuentes que nunca se va acabar, además como ya se ha mencionado con anterioridad es amigable con el ambiente y muy silenciosa para la producción de electricidad (Pasqualino, 2015), por lo que se puede aplicar aprovechando de dos formas:

- Instalaciones aisladas de la red eléctrica: con sistemas fotovoltaicos autónomos que nos sirve para electrificación rural, señalización, bombeo de agua, comunicaciones y más ejemplos como se muestra en el diagrama (Rayas, 2016).

- Instalaciones conectadas a la red eléctrica: centrales fotovoltaicas y edificios conectados a la red (Rayas, 2016).

Posición del módulo fotovoltaico.

Las posiciones de los módulos fotovoltaicos están especificadas mediante dos coordenadas angulares:

- Angulo acimutal: Está formado por la proyección sobre el plano horizontal perpendicular a la superficie del módulo y el meridiano en esa posición. El grado del valor del módulo es: Sur 0 °, Oeste 90 °, Norte 180 ° y Este 270 ° (Farfán, 2015).

- Angulo de elevación: es el que se forma por la superficie del módulo y el plano horizontal. Los grados que se toma en posición horizontal es de 0° y en forma vertical 90° (Farfán, 2015).

Funcionamiento de un sistema fotovoltaico

El funcionamiento de un sistema fotovoltaico es posible gracias al a los paneles solares donde el efecto fotoeléctrico de la energía solar se convierte en energía eléctrica de corriente directa, la cual no se puede utilizar de forma convencional si no es transformada en corriente alterna (Rosas Luna, 2019).

Es aquí donde entra en juego la función del inversor pieza clave del sistema fotovoltaico, ya que es él quien convierte la corriente para que sea compatible con cualquier tipo de instalación. Posteriormente, dependiendo del tipo de sistema fotovoltaico, se pueden tener controladores de cargas que regulan el uso de la energía y un banco de baterías que permita el almacenamiento de la energía; otro elemento importante es el centro de carga, ya que suele ser el punto de conexión o de distribución de la energía fotovoltaica (Cárdenas et al., 2019).

Metodología.

En el presente estudio, se basó en la elaboración de un libro de Excel en el que se aplica los diferentes métodos de cálculo del sistema de sostenibilidad en base a posteriores

comparaciones del comportamiento de los paneles fotovoltaicos, como antes mencionado se estableció en 4 diferentes zonas del país que es Costa; Sierra Oriente e Insular, en base a la radiación solar de cada zona.

Con la ayuda de datos presentados en la tabla 1, podemos evaluar el comportamiento de consumo promedio en una vivienda la cual es una de las condiciones para las cuales se puedan proyectar la cantidad de colectores en una vivienda para cada una de las zonas del Ecuador en estudio.

Tabla 1. Promedio de consumo en una vivienda

N°	Descripción	Ubicación	Cantidad	Potencia (w)	Tiempo de Operación (h)	Días de operación	Consumo semanal
Alumbrado							
1	Luminaria led plafón 12w	Iluminaria	3	12	1	7	252,00
2	Luminaria de plafón 2		1	12	1	7	84,00
3	Bombillas led convencional (11w)		2	11	0,5	7	77,00
4	Aplicador lámpara led de pared 7w		2	7	1	4	56,00
5	Lámpara de mesa 42 cm Led		2	7	1	7	98,00
6	Ojo de buey giratorio con Led		4	7	1	7	196,00
Equipos							
7	Refrigeradora	Cocina - Comedor	1	400	6,00	7	16800,00
8	Microondas		1	1000	0,10	7	700,00
9	Licuada		1	450	0,05	7	157,50
10	Cafetera		1	720	0,25	5	900,00
11	Horno		1	1200	1,00	1	1200,00
12	Tostadora		1	500	0,17	7	583,33
13	Cocina de inducción		1	2000	0,5	7	7000,00
14	Extractor olores		1	90	0,5	7	315,00
15	Batidora		1	200	0,25	2	100,00
16	Televisión		1	200	2	7	2800,00
17	Computadora escritorio	Sala	1	200	2	5	2000,00
18	Impresora		1	27	0,17	3	13,50
19	Decodificador DIRECTV		1	28	2	7	392,00
20	Equipo de sonido		1	120	2	7	1680,00
21	Router de internet		1	7	24	7	1176,00
22	Teléfono		1	6	24	7	1008,00
23	Intercomunicador de voz		1	5	24	7	840,00
24	Televisión plasma		1	200	2	7	2800,00
25	Computadora laptop		1	100	4	5	2000,00
26	DVD		1	15	2	2	60,00
27	Consola de juego	Dormitorio	1	150	2	2	600,00
28	Cargador de celular		5	6	1	7	210,00
29	Extractor de olores		2	500	0,25	7	1750,00
30	Secadora de pelo	SS. HH.	1	1500	0,17	4	1000,00
31	Plancha de pelo		1	1000	0,17	4	666,67
32	Lavadora	Lav and eria	1	2000	2	2	8000,00

33	Secadora		1	2000	2	2	8000,00
34	Aspiradora		1	1500	1	1	1500,00
35	Plancha		1	1500	1	2	3000,00
36	Bomba	Máquinas	1	745,7	0,25	3	559,28
							Total: 68574,275
Potencia energética:				18425,7	w		9796,325
Porcentaje de simultaneidad:				50%			
Carga conectada:				9213	w		
Superficie construida:				96,89	m ²		
Parámetro de consumo de energía:				101,11	Wh/día/m2		

Fuente: Autoría propia

Radiación solar zona costa.

En el gráfico 1, indica que la radiación solar media máxima en la ciudad de Manta a una latitud de 0,95 S es 4,39 (KW h / m2), y el valor mínimo de a una latitud de 1,37 S es de 3,31 (KW h / m2) ubicada en NARANJA -Ciudades JIPIJAPA.

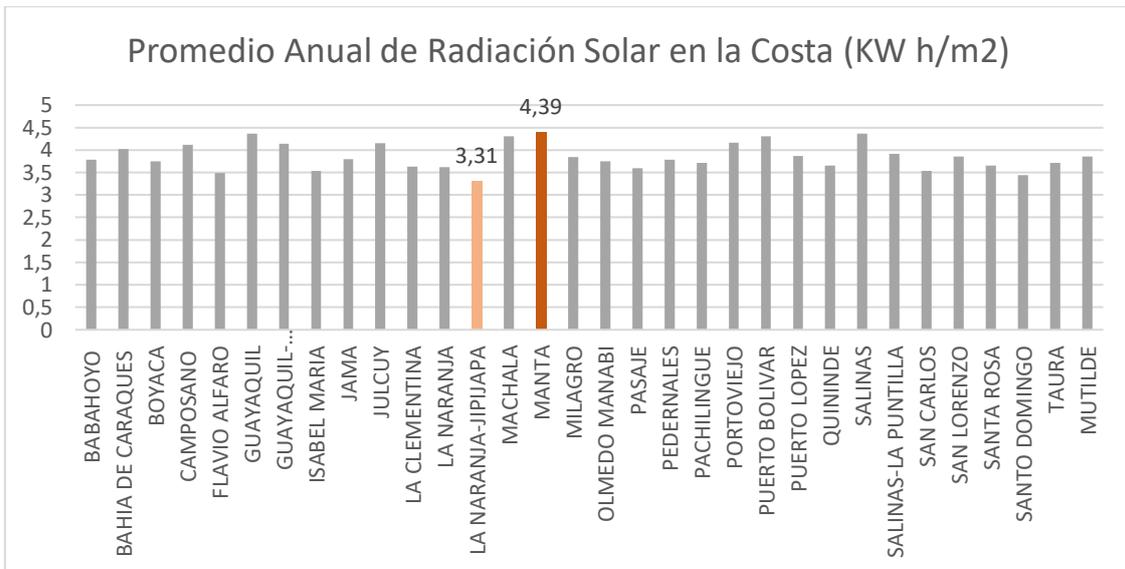


Gráfico 1. Promedio anual de radiación solar en la Costa

Fuente: Autoría propia.

Radiación solar zona sierra.

La radiación solar media máxima en la ciudad de NAQUITO – QUITO a una latitud de 0,13 S es 4,99 (KW h / m2), y el valor mínimo de a una latitud de 0,95 S es de 3,41 (KW h / m2) ubicada en SAN JUAN – COTOPAXI, como nos demuestra en el gráfico 2.

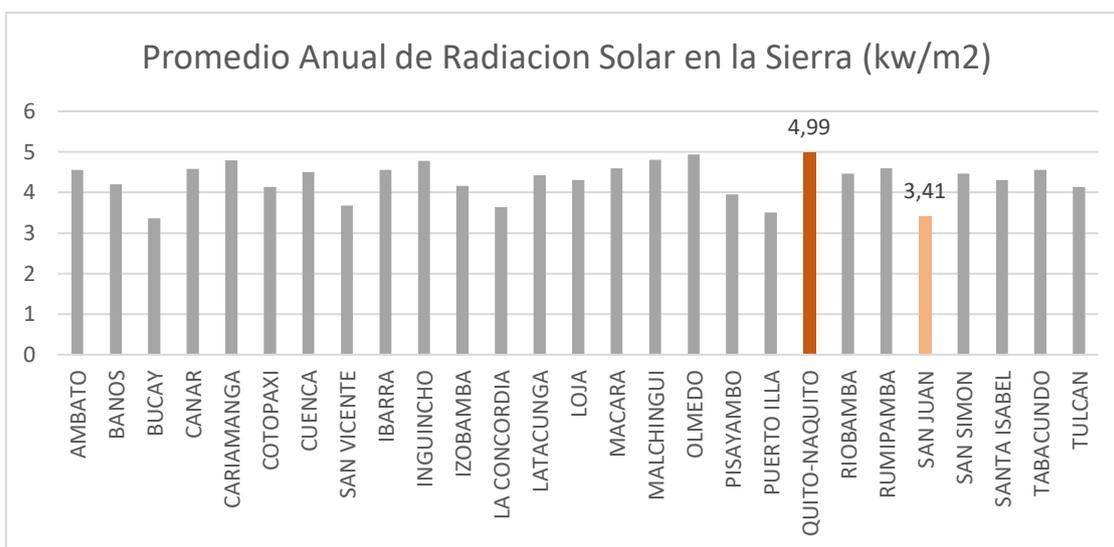


Gráfico 2. Promedio anual de radiación solar en la Sierra

Fuente: Autoría propia

Radiación zona Oriente.

En el gráfico 3, nos demuestra que el valor máximo de radiación solar promedio es de 4,33 (KW h/m2), en la ciudad de NUEVO ROCAFUERTE – ORELLANA con una latitud de 0,92 S, y la mínima lo tenemos con un dato de 3,77 (KW h/m2), una latitud de 0,95 S en la ciudad de la SANGAY – MORONA SANTIAGO.

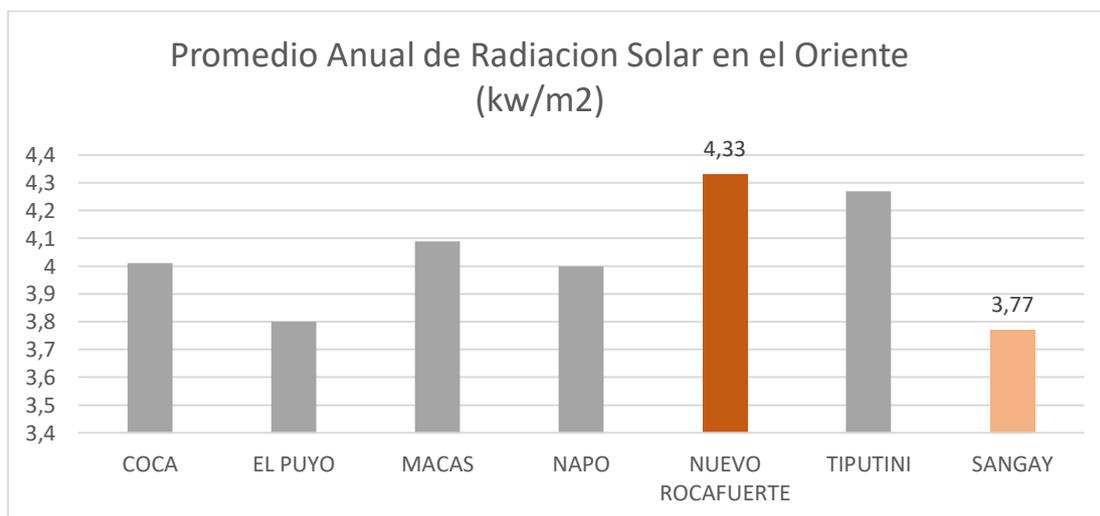


Gráfico 3. Promedio anual de radiación solar en el Oriente

Fuente: Autoría propia.

Radiación zona Insular.

El gráfico 4, denota que el valor máximo de radiación solar promedio es de 5,31 (KW h/m2) en la ciudad de PUERTO BAQUERIZO – GALAPAGOS con una latitud de 0,9 S, y la mínima lo tenemos con un dato de 4,41 (KW h/m2) a una latitud de 0,9 S en la ciudad de la SANTA CRUZ – GALAPAGOS.

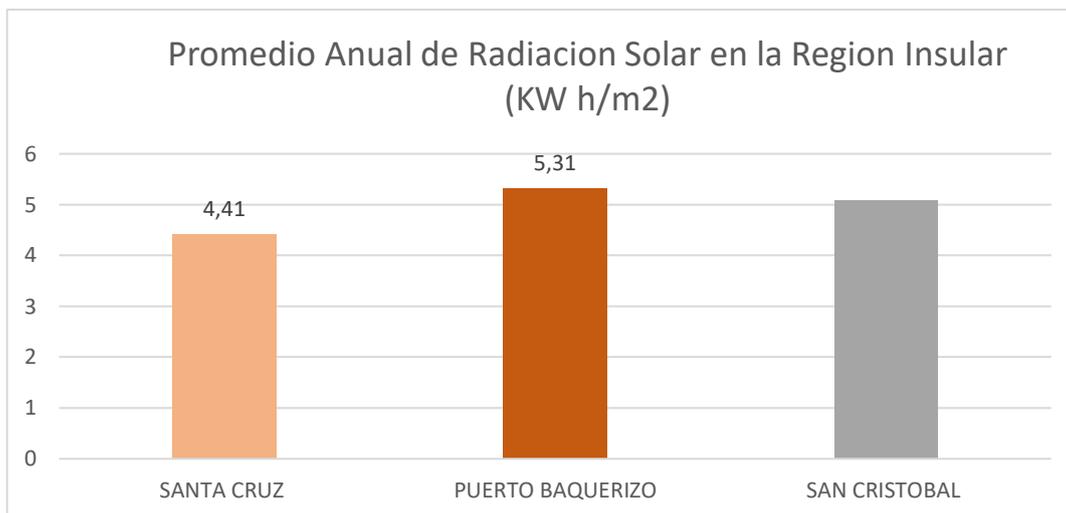


Gráfico 4. Promedio anual de radiación solar en la zona Insular

Fuente: Autoría propia

Cálculo de paneles fotovoltaicos.

Para establecer el tipo de módulo fotovoltaico utilizado en este caso de estudio, calculamos la potencia (en vatios) de cada electrodoméstico y el tiempo de trabajo del día con el valor de mes más desfavorable como unidad; luego determinamos el mes con las mismas condiciones en Wh. Consumo diario (ET) para posteriormente determinar la profundidad máxima de descarga permitida por el acumulador; a continuación, utilizamos la siguiente fórmula para calcular la energía necesaria:

$$E = E_T I R$$

$$R = 1 - \left[\frac{(1 - kb - kc - kv) ka N}{pd} \right] - kb - kc - kv$$

De donde:

Siendo R el rendimiento general de la instalación (Cárdenas et al., 2019).

k_a = coeficiente de auto descarga de la batería, asumido un valor de 0.003 del fabricante

k_b = coeficiente de pérdidas de la batería, asumido un valor de 0.05 del fabricante

k_c = coeficiente de pérdidas del inversor, asumido un valor de 0.2 convertidor de onda senoidal

k_v = coeficiente de pérdidas varias, asumido un valor de 0.15

N = Número de días de autonomía, calculado un valor de 4.81

pd = Profundidad de descarga, asumido un valor de 0.5

T = Temperatura media ambiente en el más desfavorable, 11.76°C

R_a = Radiación solar, se asume el valor de 14.94 MJ/m^2 .

(Pilco & Jaramillo, 2008) para determinar en amperes hora, es necesario determinar el voltaje de la instalación lo cual viene dado en la ficha técnica del fabricante, los siguientes datos:

Potencia del módulo = 450W

Voltaje nominal del módulo = 36 V

Tensión de operación = 72 V

Capacidad de batería = 2040Ah

Voltaje de batería = 2 V

1. Calculamos la capacidad en Amper:

$$\text{Capacidad en Amper} = \frac{\text{Capacidad en Watts}}{\text{Voltaje de instalacion}} \quad (1)$$

2. Luego determinamos la capacidad nominal que es igual a:

$$\text{Capacidad Nominal} = \frac{\text{Capacidad en Amper}}{pd} \quad (2)$$

3. Calculamos el número de baterías en paralelo necesarias:

$$\text{Nro. de Baterias en paralelo} = \frac{\text{Capacidad Nominal}}{\text{Capacidad de la bateria}} \quad (3)$$

4. Obteniendo que para nuestro caso de estudio es necesario 1 batería en conexión en paralelo, adicional obtenemos el número de baterías en conexión en serie.

$$\text{Nro. de Baterias en serie} = \frac{\text{Tension de operacion}}{\text{Voltaje de la bateria}} \quad (4)$$

5. Capacidad instalada:

$$\text{Capacidad} = (\text{baterias en paralelo})(\text{capacidad de la baetria}) \quad (5)$$

6. En el cual el valor de la capacidad instalada es igual a la capacidad nominal calculada, y posteriormente determinamos el total de baterías en el arreglo.

$$\text{Total de baterias} = \frac{\text{baterias en paralelo}}{\text{baterias en serie}} \quad (6)$$

7. Porcentaje de capacidad de las baterías es igual a:

$$\% \text{ Capacidad} = \left(\frac{\text{Capacidad instalada}}{\text{Capacidad nominal}} - 1 \right) * 100 \quad (7)$$

En el cual el porcentaje debe ser menor a 10

8. Finalmente determinamos el número de horas de sol pico, en el nuestro caso de estudio es de zona urbana con factor de corrección por inclinación y latitud $k=1.05$ y por condiciones atmosféricas 1.05 y hora de sol pico igual a:

$$\text{Hora de sol pico} = 1.05 * 1.05 * 0.2788 = 4 \quad (8)$$

9. Energía a suministrar el panel

$$E = \frac{E}{0.9} \quad (9)$$

10. Numero de módulos necesarios:

$$\text{Numero de modulos} = \frac{\text{Energia a suministrar}}{0.9 * \text{Hora sol pico} * \text{Potencia del modulo}} \quad (10)$$

$$\text{Numero de modulos} = 10$$

11. Y la potencia a ser instalada es igual a:

$$\text{Potencia} = \text{Nro. de modulos} * \text{Potencia del modulo} \quad (11)$$

Resultados y discusión.

Paneles Fotovoltaicos.

Las condiciones iniciales en las que se elaboraron los ensayos para el cálculo serán las mismas que se presentaron en los modelos anteriores; modificando únicamente las zonas geográficas y por lo tanto su nivel de irradiación solar de tal manera que se pueda verificar la zona en la que pueda generar beneficios económicos.

Lo que manifiesta la tabla 2 es que en la región donde más se requieren paneles es en la zona de la Costa, en Santa Elena para ser exactos debido a que la Radiación más baja se da en el mes de JULIO de un valor de 2,79 (KWh/m²) y donde se requiere de menos paneles fotovoltaicos en la zona Insular en Puerto Baquerizo con un valor de 2,41 y una radiación más baja en el año en el mes de septiembre de 4,68 (KWh/m²).

Tabla 2. Paneles requeridos para las zonas más óptimas y deficientes del Ecuador calculadas con las mismas condiciones en todos los casos. Radiación en kWh/m²

Región	Provincia	Zona	Radiación más baja del año (KWh/m ²)	Mes	Paneles requeridos
COSTA	MANABI	MANTA	4	Junio	2,89
COSTA	SANTA ELENA	SALINAS	2,79	Julio	4,04
SIERRA	PICHINCHA	QUITO	4,53	Abril	2,48
SIERRA	AZUAY	CUENCA	3,56	Junio	2,51
ORIENTE	ORELLANA	ROCAFUERTE	3,7	Junio	3,01
ORIENTE	NAPO	NAPO/SAN VICENTE	3,4	Septiembre	3,32
INSULAR	GALAPAGOS	PUERTO BAQUERIZO	4,68	Septiembre	2,41
INSULAR	GALAPAGOS	SANTA CRUZ	3,5	Agosto	3,18

Fuente: Autoría propia.

Al variar los datos de radiación se necesitará un mayor o menos número de módulos fotovoltaicos que sean capaces de abastecer los requerimientos para la carga de los acumuladores.

Por lo tanto, el número de baterías requeridas depende de la carga que se pretenda alimentar; factor constante para todos los diseños que se presentaron en la tabla 1, el resultado es exactamente igual; generando la necesidad de incluir 2 unidades promedio en serie para obtener los 24 V dc determinados en nuestro diseño y 4 unidades conectadas en paralelo para soportar la capacidad requerida. Entonces, **el número total es de 8 baterías de 150 Ah.**

Cálculo de ahorro.

Para determinar el cálculo de ahorro se utilizaron los siguientes parámetros que se determinan en la tabla 3, los cuales indican el costo que se requiere para la instalación de un panel fotovoltaico.

Tabla 3. Parámetros iniciales para instalación de paneles fotovoltaicos

Descripción	Costo
Panel Solar	0,33 USD/W
Inversor	0,34 USD/W
Baterías	1,4 USD/AH
Mano De Obra Especializada	0,1651 USD/W
Estructura	0,185 USD/wp
Resto Material	0,185 USD/wp
Utilidad	
Costo	2,6051 USD
Área De La Vivienda	96,89 m ²
Costo Por Metro Cuadrado	600 USD
Costo De La Obra	58134 USD
Porcentaje De Instalación Eléctrica	5%
Costo De La Instalación Convencional	2906,7 USD
Consumo Diarios De Energía	9,796325 KWD
Consumo Mensual	297,9715521 KWD

Consumo Anual	3575,658625 KWD
Costo Del Kwh	0,1 USD/KW
Costo Mensual Por Consumo De Energía	29,79715521 USD
Costo Anual Por Consumo	357,5658625 USD
Instalación Fotovoltaica	6968,7319 USD
Potencia El Combo Solar Encontrado	660
Costo Del Combo Solar	1890 USD
Costo Del Combo Solar Por Watt	2,863636364 USD/W
Instalación	0,17 USD/W
Estructura	0,22 USD/W
Canalizaciones, Cableados, Otros Materiales	0,22 USD/W
Potencia Fotovoltaica	4500 W
Costo Estimado De La Instalación Solar	15631,36364 USD/W
Costo Diferencial= Costo Inst.Solar- Costo Inst Conv	12724,66364
Costos De Mantenimiento Al 2% Anual	2%
Instalación Convencional	58,134
Mantenimiento De La Instalación Solar	312,6272727 USD

Fuente: Autoría propia.

El ahorro en porcentaje es de 62,09% anuales, que representa un valor de 290, 36586 USD anuales, como lo demuestra la siguiente tabla.

Tabla 4. Ahorro en la instalación de paneles fotovoltaicos

	Ene.	Feb.	Mar	Abr.	May	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Consumo Diario En Kwh	9,79 6325	9,79 6325	9,79 6325	9,796 325	9,79 6325								
Número De Días Del Mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	
Consumo Mensual Wh	303, 6860	274, 2971	303, 6860	293,8 8975	303, 6860	293, 8897	303, 6860	303, 6860	293, 8897	303, 6860	293, 8897	303, 6860	3575, 65863
Costo En Kwh	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
Costo De Importe	30,3 6860	27,4 2971	30,3 6860	29,38 8975	30,3 6860	29,3 8897	30,3 6860	30,3 6860	29,3 8897	30,3 6860	29,3 8897	30,3 6860	
Consumo En El Mes	75		75		75	5	75	75	5	75	5	75	
IVA Cargo Fijo	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	12% 5	
Costo De Consumo De Energía Al Mes	39,6 1284	36,3 2127	39,6 1284	38,51 5652	39,6 1284	38,5 1565	39,6 1284	39,6 1284	38,5 1565	39,6 1284	38,5 1565	39,6 1284	467,6 73766
Potencia Fotovoltaica	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	4500	
Horas Sol Pico	3,49	3,48	3,81	3,98	4	3,92	3,97	4,09	4,06	3,87	3,83	3,56	
Energía Generada	486, 855	438, 48	531, 495	537,3 60%	558 60%	529, 60%	553, 60%	570, 60%	548, 60%	539, 60%	517, 60%	496, 60%	6307, 335
Rendimiento	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%	60%
Energía Útil	292, 11	263, 09	318, 90	322,3 8	334, 80	317, 52	332, 29	342, 33	328, 86	323, 92	310, 23	297, 97	3784, 40
Porcentaje De Sustitución %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
Déficit En Kwh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Importe Por Consumo De Energía	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Cargo Por Déficit De Energía Y Conexión A Red	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	67,2
Ahorro	24,7	21,8	24,7	23,78	24,7	23,7	24,7	24,7	23,7	24,7	23,7	24,7	290,3	
	6860	2971	6860	8975	6860	8897	6860	6860	8897	6860	8897	6860	65863	
	75		75		75	5	75	75	5	75	5	75		
													Porcentaje De Ahorro	62,09 %
Costo diferencial														12724,66364
Mantenimiento diferencial														254,4932727
Ahorro														290,3658625
t =														43,82286377
i = Tasa inflación =														0,0017
c = incremento en el costo de los combustibles =														5%
e = interés financiero para pequeño capital =														4,90%
Interés bancario														9%

Fuente: Autoría propia

Con la misma lógica esto se aplica al cuadro de resultados de ahorros por años en la cual se aplica en la siguiente gráfica donde los valores más representativos se encuentran marcados. En las zonas donde se da la implementación de energía fotovoltaica en base al consumo promedio por vivienda **no es factible económicamente**, dado que para recuperar la inversión inicial se supera el tiempo de vida útil de los equipos, que es de 20 años el cual el ahorro acumulado llega a un valor de **8046,36 USD** y recuperando la inversión a los 31 Años.

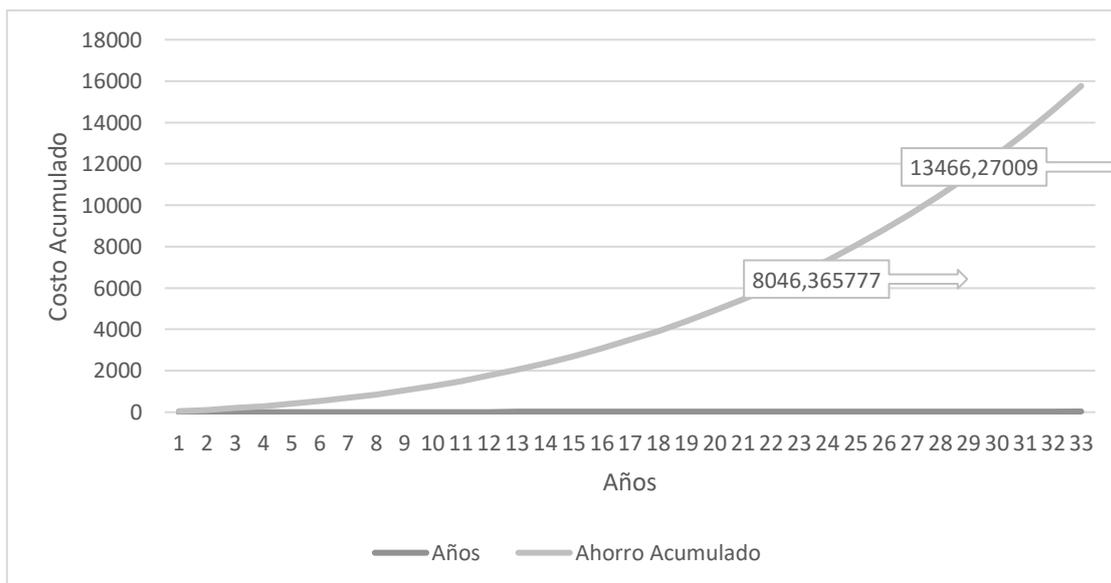


Gráfico 5. Ahorro acumulado vs años

Fuente: Autoría propia.

Conclusión.

- En el Ecuador se está implementando acciones eco-sustentables como es en el caso de la eco- construcción, que va desarrollándose de manera exponencial en el

país más de ser un resultado de conciencia ambiental implantada por medio de infinitas fuentes de información que nos inculcan a la educación ambiental, por lo cual es más económico y eficiente que algunos combustibles fósiles. Sin embargo, los subsidios que se da a estos en el país impiden que la disminución de la huella de carbono se ejecute de manera macro; los costos para implementar equipos y sistemas generadores de energía limpia son muy elevados por el momento. Es importante implementar cambios sistemáticos que contribuyan al desarrollo sustentable de la edificación y que satisfagan las necesidades del sector mediante la sensibilización y comprensión del sector energético ambientalmente amigable.

- Utilizando eficazmente la energía de los materiales para el desarrollo de estructuras fotovoltaicas e implementando un diseño utilizado por el sol pasivo-activo, basado en las variables de la geometría solar permiten realizar construcciones que pueden alcanzar valor calorífico sin que exista la necesidad de implementar procedimientos adicionales. Sin embargo, no resulta económicamente factible en el medio local, dado que para recuperar la inversión inicial se supera el tiempo de vida útil de los equipos. Aparte de que existe una extensa infraestructura para generación de energías limpias tales como son las centrales hidroeléctricas que se encuentran a lo largo del país generando un total de 7146 MW, según la Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC, por lo tanto, no se recomienda la instalación de estos sistemas en lugares donde la red central de electricidad es constante y sustentable. Por otro lado, la ventaja más clara en la implementación de métodos fotovoltaicos para viviendas unifamiliares, es únicamente en sectores en el cual su ubicación sea complicada o inaccesible para la red pública y/o transporte.
- Finalmente concluimos que con respecto a la generación eléctrica en nuestro país se encuentra en su pico, por lo tanto, no existe la necesidad de implementar paneles fotovoltaicos en lugares donde la electricidad es generada de manera sustentable y además de ser muy asequible. Sin embargo, la efectividad de la implementación de estos sistemas recae en zonas donde su ubicación sea inaccesible.

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 por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Referencias.

Antero, J., & Ramírez, V. (2014). Evolución De Las Teorías De Explotación De Recursos Naturales: Hacia La Creación De Una Nueva Ética Mundial. *Luna Azul*, 39, 291–313.

- Bermejo Gomez De Segura. (2014). Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis. In *Del desarrollo Sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*.
- Cárdenas, V., Álvarez, R., & González, M. (2019). Inversores inteligentes en sistemas de energía solar fotovoltaica. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 24–29.
- Delia, M. A., & López, C. (2010). *Caso : la vivienda de interés social en la ciudad de Mexicali , Baja California . México . ”*.
- F, L. U., & Espinoza, J. L. (2016). *Energía solar en el Ecuador* (Issue January).
- Fernández, L., & Gutiérrez, M. (2013). Bienestar social, económico y ambiental para las presentes y futuras generaciones. *Informacion Tecnologica*, 24(2), 121–130. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000200013>
- Lady, A., & David, A. (2019). “*Análisis De Escenarios De Eficiencia Energética En El Sector Residencial Del Cantón Cuenca Utilizando El Modelo Leap.*” 144.
- Moncayo Picerno, S. A. (2016). Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito. *Tesis*, 1–100.
- Organización de las Naciones Unidas. (2011). *Cambio climático*.
- Pilco, D., & Jaramillo, J. (2008). Sistemas fotovoltaicos para iluminación: paneles fotovoltaicos. *Universidad Técnica Particular Loja, 0*(Profesional en formación, Universidad Técnica Particular de Loja #2Docente, Universidad Técnica Particular de Loja), 1–4.
- Rivera, P. Á. (2018). *SUBSIDIOS A LOS COMBUSTIBLES FÓSILES EN ECUADOR :* 28(1), 87–106.
- Velasco, G. F. (n.d.). *Generación solar fotovoltaica dentro del esquema de generación distribuida para la provincia de Imbabura*.
- Velepucha, D. (2014). *Propuesta Sustentable, Aplicada a Una Vivienda Saludable*.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Merchán Sacoto, D. R. (2021). Rentabilidad de la implementación de paneles fotovoltaicos en relación con el consumo promedio por vivienda en las 4 regiones naturales del Ecuador. *ConcienciaDigital*, 4(3), 22-39.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1762>



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

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



Criterios de selección de mano de obra calificada para un proyecto de construcción de redes de alcantarillado y agua potable en la ciudad de Cuenca



Criteria for selecting qualified labor for a construction project of sewerage and drinking water networks in the city of Cuenca

Nelson Santiago Urgilés Martínez.¹ & Juan-Carlos Ortega-Castro.²

Recibido: 06-05-2021 / Revisado: 17-05-2021 / Aceptado: 10-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1763>

Introduction: In order for civil constructions to be completed within the specified deadlines and not incur high costs due to delays, it is necessary to have a qualified workforce that is capable of executing the construction actions with high quality standards in the established times. It is for this reason that it is necessary to identify the necessary characteristics that applicants must possess before assembling the workforce. **Objective:** Determine selection criteria for qualified labor for civil constructions focused on drinking water and sewerage networks. **Methodology:** To meet the objective, a bibliographic compilation on selection criteria and factors that affect the productivity of labor in civil projects began. With this information, we proceeded to develop a data collection tool to apply them to a population of civil engineers in the city of Cuenca to inquire about the characteristics that, in their perception, they consider important to consider a worker as qualified. **Results:** Among the most relevant results, it was determined that the factors of the workforce such as physical condition, age, health and build are not the only determinants to qualify the workers. **Conclusion:** With all the above raised, it was concluded that the empirical knowledge and skills that the workforce can offer has the same relevance as physical condition and health.

¹Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Arquitectura. Cuenca, Ecuador, nelson.urgiles1@est.ucacue.edu.ec ORCID <https://orcid.org/0000-0003-1583-0448>

² Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Arquitectura. Cuenca, Ecuador, jcortegac@ucacue.edu.ec ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6496-4325>

Keywords: criteria, selection, labor, construction, civil

Resumen.

Introducción: Para que las construcciones civiles se cumplan en los plazos determinados y no incurran en costos elevados por retrasos, es necesario contar con mano de obra calificada que sea capaz de ejecutar las acciones constructivas con altos estándares de calidad en los tiempos planteados. Es por esta razón, que es necesario identificar las características necesarias que deben poseer los aspirantes antes de armar la plantilla de trabajo. **Objetivo:** Determinar criterios de selección de mano de obra calificada para construcciones civiles enfocadas en redes de agua potable y alcantarillado. **Metodología:** Para cumplir con el objetivo, se inició con una recopilación bibliográfica sobre criterios de selección y factores que afectan la productividad de la mano de obra en los proyectos civiles. Con esta información se procedió a elaborar una herramienta de recolección de datos para aplicarlos a una población de ingenieros civiles en la ciudad de Cuenca para indagar sobre cuáles son las características que, bajo su percepción, consideran importantes para considerar a un obrero como calificado. **Resultados:** Entre los resultados con mayor relevancia se determinó que los factores propios de la mano de obra como estado físico, edad, salud y contextura no son los únicos determinantes para calificar a los obreros. **Conclusión:** Con todo lo anterior planteado se llegó a la conclusión que los conocimientos empíricos y habilidades que puede ofrecer la mano de obra tiene la misma relevancia que el estado físico y la salud.

Palabras claves: criterios, selección, mano de obra, construcción, civil

Introducción.

Durante generaciones, las construcciones civiles formaron parte de la identidad de los pueblos, pues son un claro indicativo de una prospera actividad económica, representan elementos socio – culturales propios de una región y satisfacen necesidades vitales para el normal desarrollo de las actividades socio – económicas de las sociedades (Cruz & Centeno, 2019). A lo anterior descrito, Giordani & Leone (2015) en su investigación, conceptualizan la construcción civil como un conjunto de obras en la que interviene un grupo multidisciplinario de profesionales del área encargados de supervisar, planificar, dirigir y ejecutar las acciones de construcción en beneficio de los usuarios en un espacio de instalación que puede ser de carácter público o privado.

Siguiendo con el pensamiento anterior, en los procesos de construcción civil intervienen de manera directa e indirecta, un número indeterminado de personas e instituciones que pueden afectar en la calidad de los resultados finales, es por esta razón, que cada proyecto a realizarse debe tener una adecuada planificación de recursos, tanto humanos como materiales. La planificación de una obra civil se puede definir como:

El proceso de definir, coordinar y determinar el orden en que deben realizarse las actividades con el fin de lograr la más eficiente y económica utilización de los equipos, elementos y recursos de que se dispone y de eliminar

diversificaciones innecesarias de los esfuerzos, proceso que se establece o define en un plan de trabajo, el cual debe ser controlado a lo largo de la faena para saber si se está cumpliendo o si debe ser sometido a una revisión o modificación a fin de que se pueda cumplir con el objetivo final fijado. (Universidad de Chile [CEC], 2003, pág. 1)

Como se refirió en el apartado anterior, las operaciones de construcción civil están condicionados por la planificación de las obras, puesto que, desde la gestión, se puede asegurar la entrega oportuna de los proyectos en los plazos fijados y garantizar estándares de calidad a bajo costo de producción. Pese a lo mencionado, estos objetivos no siempre se cumplen, pues, como manifiesta Morocho (2015): “La construcción civil es considerada como una actividad de baja productividad por la imprecisión en cuanto a costos, plazos y calidad (...) el principal problema encontrado es la deficiencia de los procesos constructivos por la mano de obra no calificada” (p.126). El problema anterior descrito, es una causa común en cualquier proceso en la cual, la calidad y eficiencia depende directa e indirectamente del factor humano, ya que, la efectividad de las acciones de las personas está condicionado a varios factores como; psicológicos, físicos, educativos, medioambientales, sociales y familiares que influyen en su proceder y puede repercutir en el resultado final de las obras civiles (Salanova, Gracia, & Lorente, 2007)

A lo expuesto, la mano de obra es considerada como un recurso activo dentro de la gestión de procesos constructivos que influye directamente en los tiempos de ejecución de las obras y, por lo tanto, también interviene en el costo total del mismo, o dicho de otro modo es un factor que incide en el abaratamiento o encarecimiento de las construcciones (Padilla, 2016). Según estadísticas presentadas por la revista Mundo Constructor (2021) la influencia de la mano de obra representa del 30% al 35% del costo total de un proyecto en condiciones normales.

Por lo mencionado, no es sorpresa que investigaciones como la de los autores Mejía & Hernández (2007) mencionen que el rendimiento de la mano de obra en la ejecución de los procesos de construcción es inversamente proporcional a la calidad de los recursos humanos utilizados, es por esta razón, que varios estudios, se enfocan en determinar los factores que afectan la productividad de la mano de obra, para realizar contrataciones certeras. Uno de los autores más relevantes en este campo es Botero (2002) el cual menciona que:

La mano de obra, como uno de los componentes en el proceso productivo, aparece como una de las variables que afectan la productividad. Como uno de los objetivos de todas las empresas es ser más competitivos, mejorando la productividad de sus procesos productivos, se hace necesario conocer los diferentes factores que afectan la mano de obra, clasificándolos y determinando una metodología para medir su afectación en los rendimientos y consumos de mano de obra de los diferentes procesos de producción. (p.11)

En este sentido, como se muestra en la tabla 1, el autor menciona siete factores que afectan el rendimiento de la mano de obra en las construcciones civiles.

Tabla 1. Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra

Factor	Descripción
Economía general	Hace referencia al estado económico de la región en la que se desenvuelve la obra en la cuales se deben considerar las tendencias de los negocios de la zona, la proporción del proyecto y las condiciones de empleo.
Aspectos laborales	Este factor influye en la interacción entre las condiciones laborales que ofrece el proyecto y la productividad del obrero pues interviene variables como; el tipo de contrato, los procesos de sindicalización, los incentivos económicos por metas cumplidas, la coherencia entre los salarios con las labores requeridas y el ambiente de trabajo en general.
Clima	Este apartado identifica las condiciones medioambientales que interfieren con la productividad de la mano de obra. Factores como el estado del tiempo, la temperatura, las condiciones del suelo o incluso la cubierta de la zona de trabajo influyen de manera significativa en los ánimos de los trabajadores.
Actividad	Este factor se refiere a las condiciones que ofrece la obra para realizar las actividades como; el grado de dificultad, el riesgo al que están expuestos los obreros, las interrupciones e interferencias con los procesos constructivos, el orden de la operación y la tipicidad.
Equipamiento	Corresponde a la disponibilidad y confiabilidad de los equipos en el momento que se requiera para asegurar la efectividad de las acciones constructivas como: equipos de construcción, un adecuado mantenimiento, un subministro oportuno y los elementos de protección personal adecuado para asegurar la integridad física de los implicados.
Supervisión	Hace referencia a la calidad y experiencia de los supervisores para que el trabajo sea continuo y productivo e intervienen aspectos de; aceptación de actividades, instrucciones claras, criterios de seguimiento de la obra, supervisión de actividades y gestión de calidad de todas las acciones.
Trabajador	Se refiere a los aspectos personales que los obreros que influyen de manera positiva o negativa en el rendimiento de sus obligaciones laborales y se pueden agrupar por; Situación personal, ritmo de trabajo, habilidad, conocimientos, desempeño y actitud hacia el trabajo.

Fuente: Botero (2002) **Autor:** Nelson Urgilés (2021)

Todos los factores anteriormente descritos afectan de manera significativa en el comportamiento del personal e influyen de manera positiva o negativa en su rendimiento, es por esta razón que, es necesario implementar criterios de reclutamiento y selección que contemplen estos aspectos para contratar mano de obra calificada que contribuya al uso eficiente de los recursos para disminuir costos y aumentar la confiabilidad en los procesos pues, como menciona García & Tantalean (2012): “la construcción en el contexto de la economía es considerada como una actividad estratégica, tanto por su efecto multiplicador en el dinamismo de otros sectores, como por su capacidad de absorción en el corto plazo de mano de obra no calificada” (p.65). Por tal motivo, lo primordial es

seleccionar los obreros calificados que cumplan con las características necesarias que demanda el proyecto, especialmente en el sector público.

Por lo antes mencionado, el presente artículo aborda la problemática de la falta de criterio para la selección de mano de obra calificada en el campo de construcción de redes de agua potable y alcantarillado, ya que, según experiencia propia e indagaciones con algunos constructores involucrados en actividades de obra civil, se pudo percatar de la falta de personal calificado para la ejecución de los rubros principales que componen los proyectos, los cuales no cumplen con las destrezas o habilidades necesarias para la realización de ciertas actividades encomendadas, a su vez, esta situación genera problemas de diversas índoles al proyecto, como son: retrasos en los cronogramas, disminución de la calidad de los acabados y pérdida de confiabilidad en los procesos constructivos. La situación descrita infiere en pérdidas económicas e influye en el prestigio e imagen de los constructores. Por tales motivos y siendo una problemática actual, el objetivo de la investigación fue determinar técnicas o métodos en donde esta selección de la mano obra sea de manera rápida y accesible, para así obtener el personal calificado y satisfacer las necesidades que el proyecto requiere en su fase de ejecución para obtener mejores resultados en la entrega de las obras.

Metodología.

Esta investigación es de carácter cualitativo puesto que está orientada al estudio de la realidad de un fenómeno a través del análisis de datos sobre las destrezas, habilidades y características de los obreros para desarrollar las actividades requeridas en el sector de la construcción civil. Al respecto, los autores Osses, Sánchez, & Ibáñez (2006) mencionan que en este tipo de investigación se analizan las variables constitutivas de un fenómeno a través de la interacción con los datos aportados por los involucrados de la situación estudiada.

Como primer paso de la investigación, se determinó el universo, población y muestra, en la cual se desarrolló el estudio. El universo seleccionado fueron los ingenieros civiles contratistas de la ciudad de Cuenca, de los cuales se eligió la muestra perteneciente a los ingenieros con experiencia en proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado en la ciudad en los últimos 5 años, es por esta razón, que se prefirió a los profesionales constructores dentro de la base de datos de la Empresa ETAPA EP, la misma que es la encargada del saneamiento de la ciudad de Cuenca, la cual incluyen este tipo de obras, objeto de este estudio.

En segundo lugar, se realizó una operacionalización para identificar las variables más representativas de las aptitudes de la mano de obra considerada como calificada para la ejecución de proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Cuenca. De lo mencionado, se determinó que los indicadores de las aptitudes mencionadas se rigen en 4 dimensiones que son:

- Características generales; edad, salud, resistencia, educación, cooperación, y destreza

- Características laborales; Seguridad social, disponibilidad de EPP, Experiencia, Tipo de contrato
- Características técnicas; Conocimiento en el área, manejo de instrumentos específicos, cumplimiento de tareas

Una vez que se identificaron las dimensiones e indicadores, se procedió a elaborar un instrumento de recolección de datos, que fue aplicado a la población en la base de datos de la Empresa ETAPA EP. Para dar una mayor relevancia y pertinencia a los datos recolectados, se determinó la muestra a través de la fórmula 1.

Fórmula 1. Cálculo del tamaño de muestra (número de encuestas a realizar)

$$n = \frac{k^2 * p * q * N}{(e^2 * (N - 1)) + k^2 * p * q}$$

Donde:

- N: Es el tamaño de la población o universo (número total de posibles encuestados).
- k; Es una constante que depende del nivel de confianza que asignemos. El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de nuestra investigación sean ciertos: un 95,5 % de confianza es lo mismo que decir que nos podemos equivocar con una probabilidad del 4,5%.
- e; Es el error maestro deseado. El error maestro es la diferencia que puede haber entre el resultado que obtenemos preguntando a una muestra de la población y el que obtendríamos si preguntáramos al total de ella
- p; es la proporción de individuos que poseen en la población la característica de estudio. Este dato es generalmente desconocido y se suele suponer que $p=q=0.5$ que es la opción más segura.
- q; es la proporción de individuos que no poseen esa característica, es decir, es $1-p$
- n; es el tamaño de la muestra (número de encuestas que se va a realizar).

Luego de identificar y aplicar cada una de las variables en la fórmula, se determinó que el número total de encuestas a realizar es de 65 con un porcentaje de confianza del 95.5%. Las preguntas de la encuesta se realizaron en base a una escala Likert, es decir de opción múltiple con 5 posibles respuestas desde “No es importante” hasta “Muy importante”. Las preguntas se muestran a continuación en la tabla 2.

Tabla 2. Preguntas de la encuesta

No.	Pregunta
1	¿Qué rango de edad considera que deberían tener los obreros para seleccionar la mano de obra calificada dentro de los proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado?

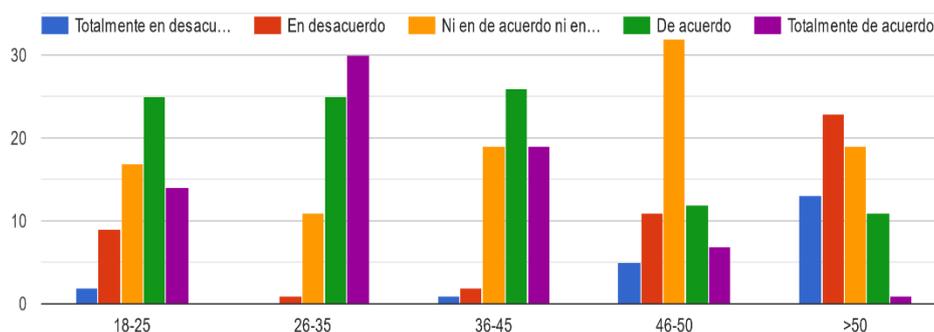
- 2 ¿Qué rango de importancia considera Usted respecto al estado de salud de los obreros al momento de seleccionar la mano de obra calificada?
 - 3 ¿Qué rango de años de experiencia estima Usted que deberían tener los obreros para considerarse como mano de obra calificada dentro de los proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado?
 - 4 ¿Qué tipo de contextura física estima Usted que deberían tener los obreros para considerarse como mano de obra calificada dentro de los proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado?
 - 5 ¿Qué nivel de estudios considera Usted que deberían tener los obreros para seleccionar la mano de obra calificada dentro de los proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado?
 - 6 ¿Cuántas cargas familiares considera importante que deberían tener los obreros para obtener los perfiles adecuados al momento de elegir la mano de obra calificada?
 - 7 ¿En los proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado que número de horas extras consideraría Usted que deben estar dispuestos a realizar los obreros?
 - 8 ¿Considera Usted importante que el obrero conozca sus derechos y obligaciones en lo referente a la seguridad social al momento de seleccionar la mano de obra calificada?
 - 9 ¿Cuáles son los conocimientos empíricos importantes que considera Usted que el obrero debe conocer al momento de seleccionar la mano de obra calificada dentro de los proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado?
 - 10 ¿Qué porcentaje de conocimientos considera Usted que el obrero deba conocer en lo referente a las actividades descritas dentro de los proyectos de construcción de redes de agua potable y alcantarillado?
-

Con el análisis de los resultados de estos datos, se elaboró una plantilla con criterios de selección de los obreros, para implementar en las entrevistas con el fin de calificar las aptitudes de los postulantes de las obras civiles, para realizar una selección de la cuadrilla más óptima.

Resultados.

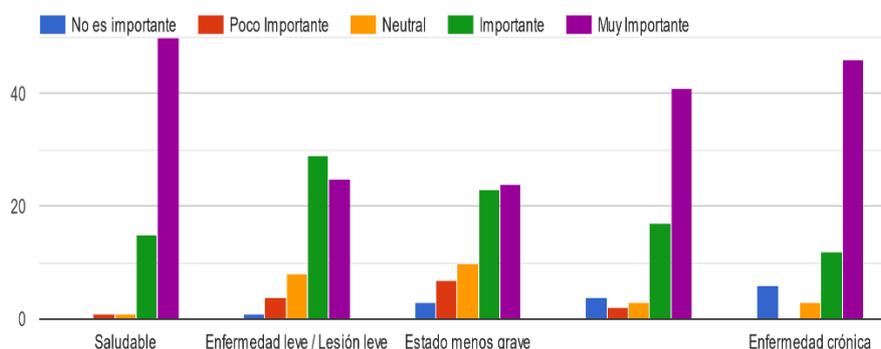
Para la presentación de los resultados de la encuesta, se realizó un análisis por pregunta, para identificar cuáles son los factores o aptitudes que, a criterio de los encuestados influye de manera significativa para considerar a la mano de obra como calificada para los proyectos civiles enfocados a redes de agua potable y alcantarillado en la ciudad de Cuenca. El primer análisis de las respuestas, mostrado en la figura 1, corresponde al rango de edad adecuado de la mano de obra.

Figura 1. Respuestas de la pregunta 1 de la encuesta.



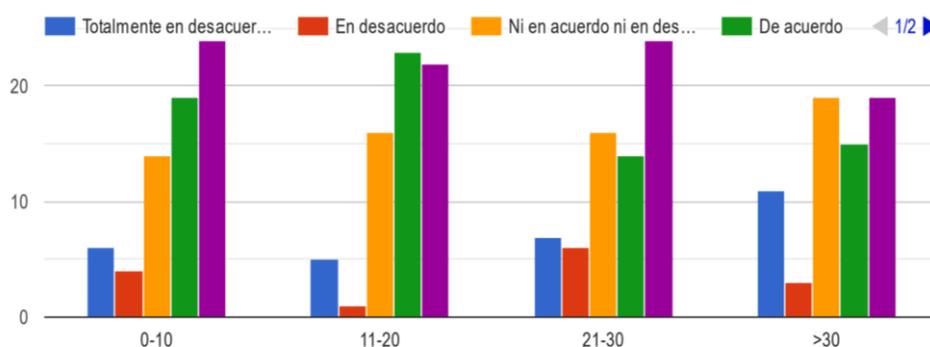
En el grafico anterior se puede apreciar que existe una preferencia entre los obreros con rango de edad entre los 18 y 45 años, sin embargo, se puede notar una predilección por la mano de obra que se encuentra entre los 26 y 35 años. El siguiente criterio, mostrado en la figura 2 de la encuesta, corresponde al grado de importancia que concede la muestra al estado de salud y la calidad de la mano de obra al momento de la selección.

Figura 2. Respuestas de la pregunta 2 de la encuesta.



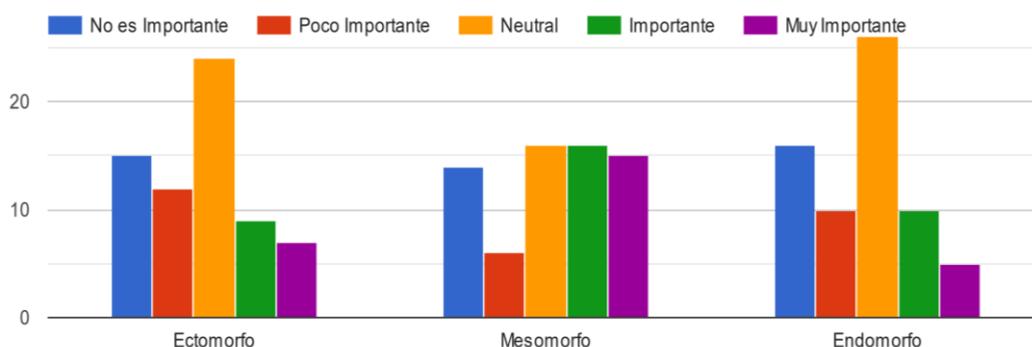
Como se aprecia en la figura anterior, la calidad de la mano de obra está condicionado por su estado de salud, que, para este caso, se considera a las personas saludables como un obrero de calidad, mientras que personas que padezcan enfermedades graves o enfermedades crónicas, no podrán realizar las actividades inherentes a las construcciones civiles. A continuación, se analiza en la figura 3 la importancia entre los años de experiencia de la mano de obra y la calidad.

Figura 3. Respuestas a la pregunta 3 de la encuesta.



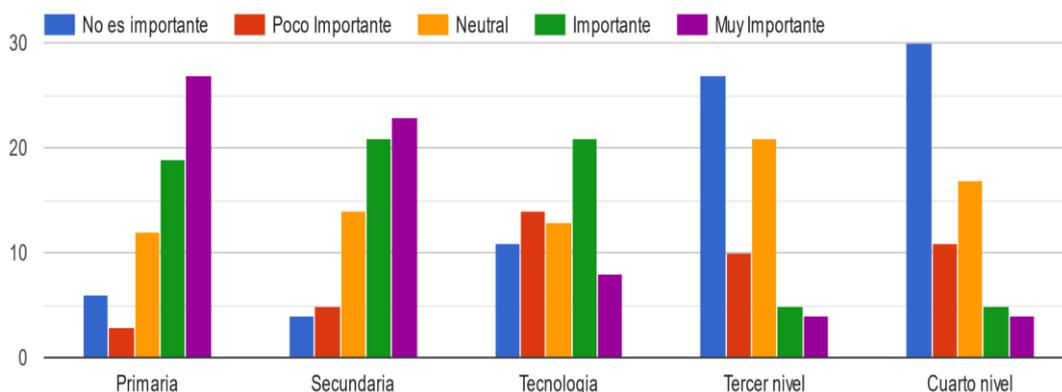
En esta figura se puede apreciar que los años de experiencia no es un factor determinante para las obras civiles pues, como revelan las respuestas de los encuestados la calidad de la mano de obra es independiente a su experiencia, a excepción de aquellas personas que tienen más de 30 años de experiencia por consideraciones de edad, pues, quienes cumplan con más de 30 años de experiencia debe poseer un estimado de 48 años de edad y como se observó en la figura 1, este es un rango de edad considerado como no óptimo para las obras civiles. El siguiente factor, considerado en la figura 4, es la relación entre la contextura física de la mano de obra y la calidad de sus servicios.

Figura 4. Respuestas de la pregunta 4 de la encuesta.



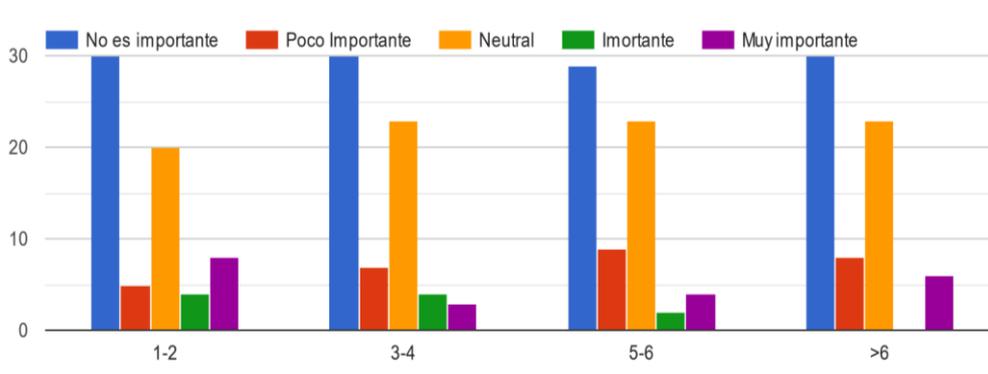
Como se puede observar en la figura 4, la contextura no es un factor determinante para la selección de mano de obra calificada para las obras civiles, pese a esto se puede observar una preferencia parcial por la contextura mesomorfa. El siguiente criterio, mostrado en la figura 5, fue la influencia de la instrucción del trabajador y su calidad en las obras civiles.

Figura 5. Respuestas de la pregunta 5 de la encuesta.



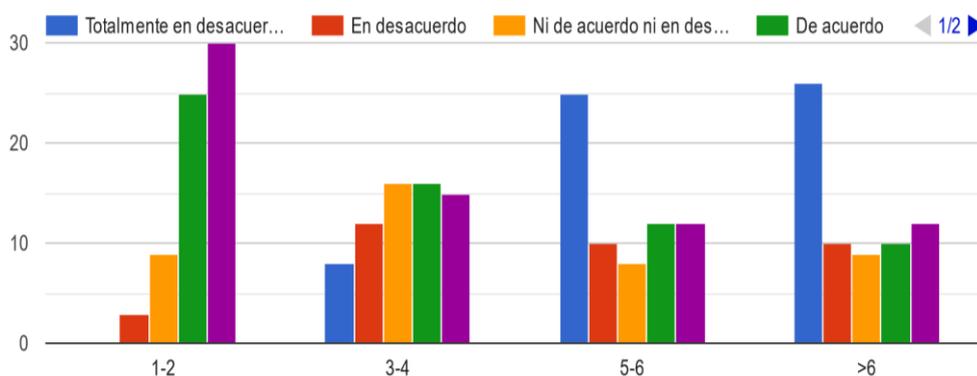
Como se pudo observar, la calidad de la mano de obra no está condicionada al nivel superior de educación por lo cual, se prefiere personas con niveles de instrucción primaria o secundaria y en menor medida a aquellas personas que posean con un título tecnológico. Para el siguiente criterio, mostrado en la figura 6, se analiza la relación entre las cargas familiares y la calidad de la mano de obra.

Figura 6. Respuestas de la pregunta 6 de la encuesta.



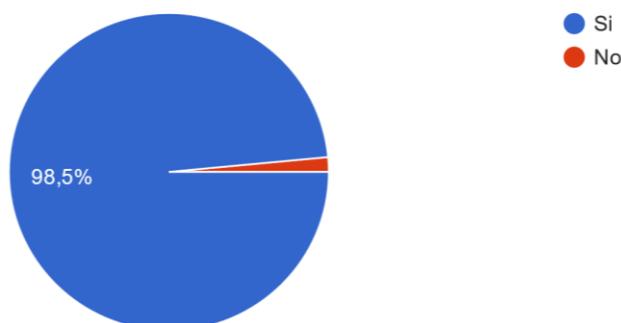
Como se denota en la figura, las cargas familiares no representan un factor determinante en la calidad de la mano de obra en proyectos civiles. El siguiente criterio para analizar en la encuesta es la disposición del personal por trabajar horas extras, lo que se presenta en la figura 7.

Figura 7. Respuestas de la pregunta 7 de la encuesta.



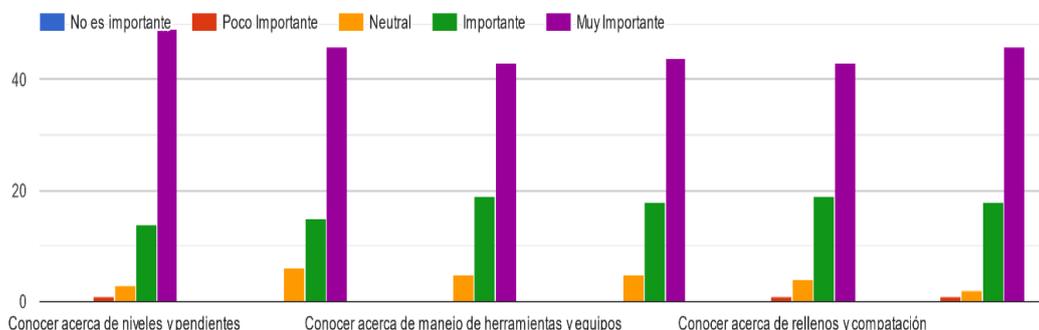
Como se puede evidenciar, la predisposición del obrero para trabajar por lo menos entre 1 a 2 horas extras en su jornada laboral es considerado un factor importante para determinar la calidad de la mano de obra en las construcciones civiles. Como siguiente factor, se muestra en la figura 8, la relación entre el conocimiento del obrero sobre sus derechos y obligaciones respecto a la seguridad social y la percepción de mano de obra calificada de los encuestados.

Figura 8. Respuestas de la pregunta 8 de la encuesta.



La figura anterior muestra que los encuestados están de acuerdo con una amplia mayoría que, la mano de obra calificada debe conocer sus derechos y obligaciones con la seguridad social. A lo expuesto, el siguiente factor considerado, presentado en la figura 9, hace referencia al tipo de conocimientos empíricos que deben poseer los aspirantes.

Figura 9. Respuestas de la pregunta 9 de la encuesta.



Se puede apreciar en las figuras anteriores que no existe una tendencia clara de preferencia entre los diferentes conocimientos de la mano de obra, pues, según los datos recabados tienen un orden parecido de importancia, por lo que se puede argumentar que la mano de obra de calificada debe tener un conocimiento empírico ampliado para ser considerado como mano de obra calificada, o realizar la selección en base a las funciones que va a realizar el obrero.

Con los datos anteriormente analizados, se procedió a la elaboración de una plantilla, con criterios de selección para la mano de obra calificada en proyectos civiles, enfocados a alcantarillado y redes de agua potable en la ciudad de Cuenca. (ver tabla 4)

Tabla 4. Criterios de selección de acuerdo a las respuestas de la encuesta.

Criterio	Preferencia	Condición idónea
Edad	Obreros con edades comprendidas entre 18 y 45 años	El rango adecuado es entre 26 y 35 años de edad
Salud	Mano de obra saludable o con lesiones leves que no afecte su productividad	La condición adecuada es saludable
Experiencia laboral	Personal con hasta 30 años de experiencia	El rango adecuado es de 11 a 20
Contextura física	Ectomorfo, mesomorfo o endomorfo	Mesomorfo
Formación	Primaria o secundaria	Primaria
Cargas familiares	Indiferente	Indiferente
Predisposición a horas extra	De uno a seis horas extras	De uno a dos horas extras

Conocimiento sobre seguridad social	Conocimiento sobre responsabilidades y obligación de la seguridad social	Conocimiento sobre responsabilidades y obligación de la seguridad social
Conocimientos empíricos	Niveles, entibados, manejo de herramientas, mediciones, rellenos, colación de tuberías, plomería, hormigones, encofrados.	Conocimiento concreto sobre niveles, herramientas, mediciones, rellenos y colocación de tuberías.

Los criterios de selección de mano de obra calificada presentados en la tabla anterior, son un conjunto de consideraciones realizadas por Botero sobre los factores que afectan la productividad de los obreros y la percepción de los ingenieros civiles que trabajan en obras civiles de alcantarillado y redes de agua potable. En este contexto, se realizó una diferenciación entre las preferencias que conciernen a un conjunto globalizado de características permisibles a la contratación de personal y las condiciones idóneas o ideales para el trabajo, con la finalidad de proporcionar a los contratistas una visión mucho más amplia sobre las características que debe poseer su cuadrilla de trabajo.

Conclusiones.

- Se determinaron los factores que influyen en la selección de la mano de obra calificada en las obras civiles, a través de un análisis bibliográfico, y se verificó que existen varias características que la gestión debe considerar para consumir los recursos humanos de manera adecuada, como: la actividad, las características propias del trabajador, condiciones laborales, entre otros.
- La información recopilada de la encuesta demostró que, para que la mano de obra sea considerada como calificada en los proyectos civiles debe cumplir con algunos criterios. El primer criterio hace referencia a las características propias del trabajador como la edad, salud, experiencia laboral, contextura y formación. Pero, pese a que la mayoría de las respuestas a estos cuestionamientos corresponden a un perfil “normal” de un trabajador como es el hecho de que posea buena salud, que sea joven, y que posea experiencia en el campo laboral, el análisis de los datos determinó aspectos interesantes como el hecho que la condición física, contrario a lo que se puede pensar, no es determinante para clasificar a una persona como mano de obra calificada. Por otro lado, un nivel de formación superior al primario tampoco representa un impedimento para considerar a una persona como un recurso humano de calidad.
- Finalmente, el análisis de datos demostró que, pese a que las condiciones personales de los obreros influyen en su clasificación como de mano de obra calificada, los conocimientos empíricos como el manejo de herramientas, mediciones, habilidades de construcción y predisposición por trabajar horas extras, tienen la misma relevancia para la selección de

personal enfocado a la construcción de obras civiles de agua potable y alcantarillado.

- 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 agradezco a todos y cada uno de los instructores por los conocimientos e información brindados para la elaboración del trabajo.

Referencias bibliográficas.

- Botero, L. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. *Revista Universidad EAFIT*. (128), 9-23. <https://n9.cl/9m1wn>
- Cruz, N., & Centeno, E. (2019). La construcción epistemológica en Ingeniería Civil: Visión de la Universidad de Costa Rica. *UCR*, 19(1), 1-30. doi:10.15517/aie.v19i1.35328
- García, T., & Tantalean, I. (2012). Selección y control del factor humano en empresas de construcción civil. *Producción y gestión*, 15(2), 63-73. <https://n9.cl/bulng>
- Giordani, C., & Leone, D. (2015). Ingeniería Civil. *Departamento de Ingeniería civil de la UNT*. <https://n9.cl/1yi6c>
- Mejía, G., & Hernández, T. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de medición de rendimiento de la mano de obra. *UIS Ingenierías*, 6(2), 45-59. <https://n9.cl/byh23>
- Mundo Constructor. (5 de abril de 2021). *Gestión de la calidad en los procesos constructivos en la situación actual*. <https://n9.cl/5otlj>
- Osses, S., Sánchez, I., & Ibáñez, F. (2006). Investigación cualitativa en educación. hacia la generación de teoría a través del proceso analítico. *Estudios Pedagógicos*, 32(1). doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052006000100007
- Padilla, A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. tesis de grado, Instituto tecnológico de Costa Rica. <https://n9.cl/sraj>
- Salanova, M., Gracia, E., & Lorente, L. (2007). Riesgos psicosociales en trabajadores de la construcción. *Gestión practica de riesgos laborales*, 44, 1-8. <https://n9.cl/35wj>
- Universidad de Chile [CEC]. (2003). Métodos Constructivos; catedra CI52A. *Repositorio de la CEC*. <https://n9.cl/n8xjr>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Urgilés Martínez, N. S., & Ortega-Castro, J.-C. (2021). Criterios de selección de mano de obra calificada para un proyecto de construcción de redes de alcantarillado y agua potable en la ciudad de Cuenca. *ConcienciaDigital*, 4(3), 40-53.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1763>



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

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



Graphic organizers to empower the teaching-learning process of grammar tenses in higher education



Organizadores gráficos para empoderar la enseñanza-aprendizaje de los tiempos gramaticales en la educación superior

Jazmín Marisol Medina Rea .¹

Recibido: 07-05-2021 / Revisado: 18-05-2021 / Aceptado: 11-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1764>

The English language is a mandatory subject in elementary, secondary, and higher education in Ecuador. To become proficient, a broad knowledge of grammar is needed because it is considered the backbone of a language. This research aims to implement graphic organizers in the teaching-learning process of grammar tenses. This inquiry took place at a university of Riobamba with a target population of 62 A2 level students. A quasi-experimental research, was carried out with 31 students that were the experimental group and the same number of students as the control group. A pre-test was applied to both groups to evaluate their grammar skills. After that, both groups were given a post-test to determine if the graphic organizers implemented made any improvement on the students' performance regarding grammar tenses. The post-test results demonstrated that the competence of the experimental group students has been enhanced after implementing graphic organizers. Furthermore, students were able to clear up their ideas and to establish better relationships between graphical and cognitive demands. Hence, the research findings showed that graphic organizers will contribute positively to master grammar patterns.

Keywords: Graphic organizers, teaching, learning, grammar

¹ Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Maestría en Pedagogía del Inglés, Ambato, Ecuador, email jazmin.molina@pucesa.edu.ec

Resumen.

El idioma inglés es una asignatura obligatoria en la educación primaria, secundaria y superior en Ecuador. Para llegar a ser competente, se necesita un amplio conocimiento de la gramática porque se considera la columna vertebral de un idioma. Esta investigación tiene como objetivo implementar organizadores gráficos en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los tiempos gramaticales. Dicha investigación se llevó a cabo en una universidad de Riobamba con una población objetivo de 62 estudiantes de nivel A2. Se realizó una investigación cuasi-experimental, con 31 estudiantes que fueron el grupo experimental y el mismo número de estudiantes como el grupo de control. Se aplicó una prueba previa a ambos grupos para evaluar sus habilidades gramaticales. Posteriormente, a ambos grupos se les realizó una prueba posterior para determinar si los organizadores gráficos implementados mejoraron el desempeño de los estudiantes con respecto a los tiempos gramaticales. Los resultados de la prueba posterior demostraron que la competencia de los estudiantes del grupo experimental ha mejorado después de implementar organizadores gráficos. Además, los estudiantes pudieron aclarar sus ideas y establecer mejores relaciones entre las demandas gráficas y cognitivas. Por lo tanto, los hallazgos de la investigación mostraron que los organizadores gráficos contribuirán positivamente a dominar los patrones gramaticales.

Palabras claves: Organizadores gráficos, enseñanza, aprendizaje, gramática.

Introducción.

According to a recent study on English level proficiency, Ecuador has been ranked 81/100 countries with 46.57 and it is located in the 19/19 position in Latin America. These findings are supported by the EF EPI (2019) which demonstrated that Ecuador has a very low level of language proficiency.

In Ecuador, the English language has not been seen as a priority because we are a Spanish-speaking country, nonetheless, the advancement of the technological world has required to introduce a new curriculum in which new policies have been implemented regarding the teaching-learning process of English. Teachers are required to have a B2 level of proficiency to be able to teach in all educational institutions as well as in higher education. Despite all the new policies implemented, there are still weaknesses concerning the heart of a foreign language. It is vital to cite Foppoli (2018) and his crucial comparison: “without knowledge of grammar, in the same way as a train cannot move without railways, people won't be able to communicate their ideas without a good mastery of grammar”.

Universities consider English as a requirement for students to graduate. Riobamba universities are characterized by welcoming students from different provinces and therefore different economic strata. Often, students are fluent when speaking although

they do not show a good level of accuracy and coherence. It might happen due to the lack of grammar knowledge. According to Garrido & Rosado (2012), missformation is the use of the wrong form or morpheme or structure. Thus, grammar is considered essential in any skill domain to avoid misunderstandings. In addition, Mart (2013) claims that “to establish effective communication, learners need grammar skills”. Grammar needs to be seen and taught as the fifth skill of a language for students to master any language.

The majority of higher education students struggle in master tenses (Ali, 2015). Even though grammar has been given a special role in early levels, learners are not conscious of rules and patterns (Rahman & Ali, 2015). Often, students are fluent when speaking however they do not show a good level of accuracy and coherence. Therefore, the problem arises because of the lack of grammar knowledge they experiment at higher levels. In fact, various causes are addressing the poor performance of it. Traditional teachers supply difficult rules and constraints with several amounts of information that is hard to concise, process, and understand (Dahbi, 2014). Moreover, the grammatical misunderstandings and the wrong use of patterns make learners produce errors in morpheme and sentence structure (Garrido & Rosado, 2012). From the learners' perspective, grammar is seen as a monster that constantly presses them to follow each rule and pattern carefully, if it is not so, they will be punished with low scores. Thus, they feel overwhelmed and argue that grammar knowledge is not necessary to learn in English since they believe it is bored and not interesting (Mammadova, 2019).

Graphic Organizers

According to (Ellis & Howard, 2005) graphic organizers are pictorial devices that illustrate information in different ways of representations. Often, those representations include a set of shapes, lines, and boxes to generate images with structured information. Similarly, Drapeau (1999) as cited in Dahbi (2014) adds “a graphic organizer is a visual and graphic display that depicts the relationships between facts, terms, and or ideas within a learning task.” (p. 37). Therefore, the use of graphic organizers helps students consolidate a vast amount of information into comprehensible language within minimum time (Ciascai, 2009).

Ciascai (2009) presents some functions to spell the efficiency of graphic organizers to teach as well as to learn. He states the following: “clarifying knowledge and reasoning”, “strengthening the learning process”, “integration of the new knowledge in the prior knowledge system”, and “identifying the conceptual errors (and misconceptions [sic])” (par. 1). As we can see, visual maps can empower and promote students' reasoning and innovative teaching strategies.

Graphic organizers as a teaching-learning tool helps students to express knowledge, concepts, thoughts, and their associations (Ghanizadeh, Al-Hoorie, & Jahedizadeh, 2020). Most of the time, students are given too much semantic information to process and understand. One reason may be that teachers provide disorganized information which is demanding to comprehend. Based on that assumption, learners argue that grammar is uninterested and not necessary to learn in English. For that reason, Ratnakar (2017)

highlights the importance of graphic organizers because students can “convert and compress a lot of seemingly disjointed information into a structured, simple-to-read, graphic display. The resulting visual display conveys complex information in a simple-to-understand manner.” (p. 4531)

Among several tools to teach grammar, graphic organizers are flexible and differ from traditional grammar teaching. They are used for different purposes because they can be adapted for any activity teachers or students require to be used. Undoubtedly, students will be able to keep information organized, recognize relationships regarding concepts, ideas, and examples (Vargas & Zuñiga, 2018). Just as (Krasnic, 2011) cited in (Kansizoğlu, 2017) assumes the brain represents all that difficult information into graphical organization devices, so they can comprehend, find solutions, make decisions, and meet the expected results.

To implement graphic organizers is a process that requires teachers and students' effort and collaboration. Hence, to be successful when constructing these visual representations, it is necessary to cite clear guidelines. According to Vargas & Zuñiga (2018), the role of the teacher is guiding learners by giving instructions of highlighting the most relevant ideas, the input has to be noticeable through the use of graphic organizers, to establish connections between previous and new knowledge, and to take advantage of the text in order to make it understandable. Thus, teachers must make comprehensible for learners on how to build effective graphic maps in order to represent lots of information into core ideas.

Learners can encounter many benefits when using graphic organizers also known as visual maps. Thinking and creativity are joined together to create meaningful representations of vast amounts of text (Kansizoğlu, 2017). Additionally, (Delrose, 2011) emphasizes that information is presented in a fluid simple way which helps to overcome cognitive load by categorizing all information sources in just one place. In effect, Dahbi (2014) in his study reports that graphic organizers help students to learn longer and more efficiently. Therefore, students can remember more main ideas when they are represented visually than in a simple text (Salazar & Galora, 2017).

“The use of this tool brings excitement and enthusiasm toward learning” Dahbi (2014). Although learners can choose and use many shapes and ways of representing graphic organizers, there are rules to consider. Regarding this assumption, (Delrose, 2011) suggests some important aspects to be considered when creating these tools. Firstly, students have to be conscious about coherence. Secondly, the lack of familiarity with the format of organizers resulting in student's frustration. Finally, incoherent sets of graphic organizers could cause confusion and disorganization (Baxendell, 2003; Ellis & Howard, 2005) cited in (Delrose, 2011). Thus, a systematic implementation of these pictorial devices must be considered inside and outside the classroom.

To sum up, Mercuri (2011) states some clear purposes for teachers and students' implementation of graphic organizers. First, graphic organizers support the teaching and learning of grammar because they are powerful and manageable tools. Second, graphic organizers help the students to sum up, organize, categorize, and meet

meaning from texts. Third, graphic organizers enhance the comprehension of grammar by assessing students' prior knowledge and promoting written and oral participation. Fourth, teachers play an important role to assess ongoing learning and modeling instruction to encounter students' needs. In essence, graphic organizers empower the teaching learning process of grammar tenses.

Grammar Component

“A legendary monger scares learners of English”. This is how (Baron, 1982, p. 226) cited in (Al-Mekhlafi & Nagaratnam, 2011) calls grammar. When students listen to the word “grammar” or when someone corrects them a piece of writing or any speech, they feel uncomfortable. They think they are making mistakes, so they feel ashamed. Most of the time students do not participate actively in class when they are asked to because they do not manage even basic grammatical patterns.

Grammar is the backbone of a language, it is a system that contains rules, restrictions, and patterns. Ratnakar (2017) states that each language has a cycle, it is said; it has evolved through the years. There is a controversial question regarding this skill, is the learning of grammar necessary to master a language? The answer would probably be no. Just as children learn a language by making sounds, then they produce words and phrases. They do not know the word grammar. However, when they want to learn a second language, the answer is yes because they need to know grammatical patterns to be fluent and accurate.

It is important to emphasize some challenges teachers and learners of English have to encompass in higher education. Mastering a language is not easy without the knowledge of grammar. In his study, Kelly (2018) presents some mastering lexical aspects and the focus on academic writing issues. He states some issues that have to do with the current situation in Ecuador. He argues that teachers are balky to implement some strategies on teaching grammar; the traditional teaching is comfortable for teachers and learners as well.

In addition, Al-Mekhlafi & Nagaratnam (2011) points out grammar as a “linguistic straitjacket” (p. 71). They assume that this skill must give students freedom and motivation to be able to communicate their ideas accurately. Most students have had different teachers and of course they have acquired different schemata regarding structures, lexical words, adjectives, adverbs, and so on. However, Chen & Jones (2012) argue that learners need enough exposure to the grammar otherwise, they will not be able to learn effectively. Thus, it must be seen as a skill that let learners discover rather than keep the knowledge down.

There are diverse ideas regarding grammar and its teaching and learning process. According to what students say, grammar is not motivational. Furthermore, Jean & Simard (2011) point out a triangulation among teachers, learners, and grammar instruction. This shape displays they are working almost on the same rail. Despite this, students often accept grammar as essential. However, it is crucial to highlight the idea

that grammar instruction does not grab students' attention because it is considered not funny. If learning is fun, students attempt to practice it and they remember the grammatical patterns.

Grammar instruction is necessary when learning a new language. It would be better if this skill is learned into an organized and precise way. The use of graphic organizers contributes to the learning process of English. The idea to be taken is that grammar is an important skill to learn in a second language faster and effectively (Varade, 2017). Besides, there is a big range of graphic organizers that could help to support mastering tenses. Therefore, this study explains how the two variables joint together to generate a well-done product.

Metodología.

The study followed a quasi-experimental design which is well recognized by researchers around the world due to its adaptability for every methodological field. According to Thyer (2012), the objective of this design is to compare the results of the group of study (the one that receives a treatment) to one or more groups that are given or not an alternative treatment. Similarly, in this research, two groups were chosen to be evaluated and compared; the one called "the experimental group" received a treatment to improve its manageability of the grammatical patterns, and the control group was given a conventional grammar teaching.

In addition, this study is considered descriptive because the dependent and independent variables were depicted in the theoretical framework. Nassaji 2015 argues "The goal of descriptive research is to describe a phenomenon and its characteristics" (p. 129). Because of that, the variables stated a clear view of the factors that influenced this study. The author concludes that this kind of research focuses essentially on what the phenomenon is rather than on some other factors such as why or how. It means that the definitions help the readers to have a deep knowledge of the study direction.

This inquiry took place at a university with a target population of 62 A2 level students of different provinces because this university welcomes them from all around the country. The participants were males and females distributed in two levels of 31 students by the university administration. Level "K" was the control group and those in "B" were assigned to be the experimental group. In the beginning, a pre-test containing 20 questions about different grammatical patterns was applied to both groups to evaluate their grammar skills.

Once the treatment started, the experimental group was taught some grammatical patterns through the use of a series of graphic organizers. Consequently, they learned how to build them and also established relationships between their cognition and the graphical representations they had over texts. Thus, the students reacted positively to the pictorial devices shown with the grammar subjected to their study. On the other hand, the control group didn't receive treatment because they were given explanations complemented with examples and worksheets, too. Both processes were carried out two days a week for two

months. After applying the intervention plan, the groups were given a post-test to state if the graphic organizers implemented made any improvement on the students' performance regarding grammar tenses.

The quantitative method was finally used to analyze the numerical data by applying statistical procedures to get the results. According to Apuke (2017), the data to be considered quantitative must be based on accurate information of responses, interviews, participants, and so on. Those data are validated through the data collection instruments such as surveys to test the hypothesis of the research study.

Resultados.

Table 1. Pretest, control group

Students	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	Average
S 1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	13
S 2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	13
S 3	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	13
S 4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	15
S 5	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	16
S 6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
S 7	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	14
S 8	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	9
S 9	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	7
S 10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	14
S 11	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	15
S 12	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	13
S 13	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	9
S 14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	13
S 15	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	7
S 16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	17
S 17	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17
S 18	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	12
S 19	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	14
S 20	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	0	13
S 21	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	15
S 22	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	13
S 23	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	8
S 24	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	13
S 25	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	13
S 26	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	13
S 27	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	13
S 28	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18
S 29	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
S 30	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	9
\bar{x}	0,57	0,80	0,76	0,37	0,72	0,77	0,90	0,87	0,87	0,77	0,43	0,67	0,77	0,50	0,57	0,83	0,47	0,57	0,67	0,27	13,11

Note: The pretest average of the control group is 13, 11 over 20.

Source: Pretest control group

Developed by: The author.

Table 2. Pretest, experimental group

Students	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	Average	
S 1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	15	
S 2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	18
S 3	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	14
S 4	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	15
S 5	0	0	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	11	
S 6	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	10	
S 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	18	
S 8	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	13	
S 9	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	7	
S 10	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	10	
S 11	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	12	
S 12	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	13	
S 13	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	14	
S 14	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	10	
S 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	0	16	
S 16	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	10	
S 17	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	14	
S 18	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	10	
S 19	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	16	
S 20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	19	
S 21	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	14	
S 22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	16	
S 23	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18	
S 24	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	12	
S 25	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	16	
S 26	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	9	
S 27	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	11	
S 28	0	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	13	
S 29	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	9	
S 30	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	14	
\bar{x}	0.63	0.90	0.87	0.20	0.80	0.57	0.80	0.97	0.80	0.77	0.43	0.60	0.90	0.50	0.50	0.80	0.47	0.73	0.73	0.27	13.23	

Note: The pretest average of the experimental group is 13,23 over 20.

Source: Pretest experimental group

Developed by: The author.

Table 3. Posttest, control group

Students	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	Average
S 1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	9
S 2	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	8
S 3	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	8
S 4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
S 5	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
S 6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	18
S 7	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	10
S 8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	11
S 9	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	10

S 10	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	1	13
S 11	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	10
S 12	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	11
S 13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	17
S 14	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	17
S 15	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	1	1	10
S 16	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	14
S 17	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	17
S 18	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	14
S 19	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	13
S 20	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	11
S 21	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	0	12
S 22	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	13
S 23	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
S 24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
S 25	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	15
S 26	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	16
S 27	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	16
S 28	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	15
S 29	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	11
S 30	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16
\bar{x}	0,57	0,77	0,57	0,80	0,67	0,73	0,50	0,77	0,73	0,80	0,70	0,63	0,47	0,70	0,60	0,90	0,33	0,80	0,60	0,60	13,23

Note: The posttest average of the control group is 13,23 over 20.

Source: Posttest control group

Developed by: The author

Table 4. Posttest, experimental group

Students	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	P18	P19	P20	Average
S 1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	0	16
S 2	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	10
S 3	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	13
S 4	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	14
S 5	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	12
S 6	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	6
S 7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
S 8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
S 9	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	15
S 10	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	13
S 11	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	10
S 12	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	7
S 13	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	10
S 14	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	12
S 15	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	9
S 16	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	14
S 17	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	8
S 18	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	18
S 19	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	16
S 20	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	10

S 21	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	14
S 22	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
S 23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
S 24	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
S 25	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	12
S 26	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	14
S 27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
S 28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
S 29	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	14
S 30	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
\bar{x}	0,50	0,77	0,5	0,73	0,70	0,73	0,63	0,60	0,87	0,83	0,67	0,67	0,70	0,90	0,73	0,90	0,67	0,73	0,63	0,57	14,07	

Note: The posttest average of the experimental group is 14,07 over 20.

Source: Posttest experimental group

Developed by: The author

With regard to the control group test, the data obtained were analyzed through statistical methods to get some denominations. The results are presented in **table 5**.

Table 5. Control group findings

Denomination	Value	%	Observation
Variance	0,2242	22,42	
Standard deviation	0,4735	47,35	
Variance coefficient	0,4735	47,35	
Correlation coefficient – Results	0,0279	2,79	Between pre and post-test
Correlation coefficient – Medians	0,1705	17,05	Between the medians
Correlation coefficient – Global	0,1399	13,99	Between the post-tests

Note: The correlation coefficient of the control group between the pre and the post-test is 2,79 over 100.

Source: Posttest control group

Developed by: The author

This suggests that the correlation coefficient is 2,79 and thus the range of mastery of grammar tenses shows a low performance among the pre and post tests. The students didn't progress as much as required.

After examining the posttest results of the experimental group, some statistical denominations were obtained to compare both groups. The findings are presented in **table 6**.

Table 6. Experimental group findings

Denomination	Value	%	Observation
Variance	0,2090	20,90	
Standard deviation	0,4572	45,72	
Variance coefficient	0,4572	45,72	
Correlation coefficient - Results	0,0461	4,61	Between pre and post-test
Correlation coefficient - Medians	0,0491	4,91	Between the medians

Correlation coefficient - Global 0,1399 13,99 Between the post-tests

Note: The correlation coefficient of the experimental group between the pre and the post-test is 4,61 over 100.

Source: Postest experimental group

Developed by: The author

Evidently, the range of the correlation coefficient goes up, being this 4,61. Consequently, the students who were given the treatment enhanced their mastery of grammar tenses obtaining a % 1.82 of improving over the control group.

Table 7. Pretests and posttests total averages

Total Averages	
Pre test control group	13,11
Pre test experimental group	13,23
Postest control group	13,23
Postest experimental group	14,07

Source: Pretests and posttests of the control and experimental groups.

Developed by: The author.

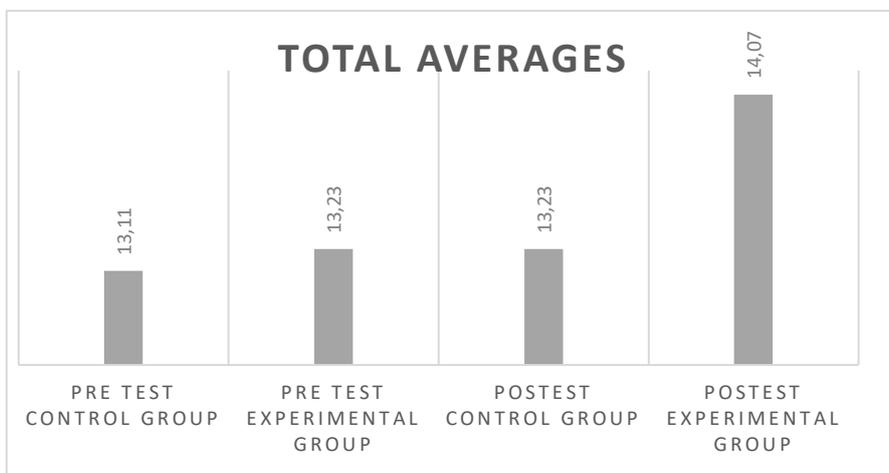


Figure 1. Total Average of both groups tests

Developed by: The author

Being the pretest and posttest analyzed, the results were placed into a total averages table. In the final analysis, making a comparison, it is established that the control and experimental group started with a similar average of the test results. On the other hand, there is an improvement in both groups after implementing the treatment with the experimental group. However, it is important to highlight that the posttest average of the experimental group had increased in a range of 0,84 over the posttest of the control group.

Therefore, it is notable that the implementation of graphic organizers can help students to improve the knowledge of grammar skills over grammatical teaching with excessive amounts of texts.

Conclusiones.

- The post-test findings demonstrated that the competence of the experimental group had enhanced after implementing graphic organizers. With these tools implemented, the level of the acquisition was higher than using isolated texts or bits of information.
- Students were able to structure different types of graphic organizers that helped them to clear up their ideas and to establish better relationships between graphical and cognitive demands.
- Graphic organizers are effective tools in the process of organizing and constructing knowledge. They reduced the anxiety and pressure students felt when processing vast amounts of information. Besides, the grammatical information represented visually could help students to remember all the patterns, rules, and restrictions easily. To sum up, graphic organizers will contribute positively to master grammar patterns.

Referencias bibliográficas.

- Apuke, O. (2017). Quantitative Research Methods: A Synopsis Approach. *Arabian Journal of Business and Management Review*, 6(11), 40-47. <https://doi.org/10.12816/0040336>
- Ciascai, L. (2009). Using Graphic Organizers in Intercultural Education. *Acta Didáctica Napocensia*, 2(1), 10-18.
- Chen, H. & Jones, P. (2012). Understanding metalinguistic development in beginning writers. *Journal of Applied Linguistics and Professional Practice*, 9 (1), 81-104.
- Dahbi, M. (2014). Implementing Graphic Organisers to Teach Grammar to Moroccan Second Year Baccalaureate Students: an Action Research Project. *IOSR Journal of Research and Method in Education*, 4(5), 37-42. <https://bit.ly/3cFrSyB>
- Delrose, L. (2011). Investigating the use of graphic organizers for writing. LSU Master's Thesis. 2537. <https://bit.ly/37CKxyS>
- EF EPI. (2019). Índice EF de nivel de inglés Una clasificación de 100 países y regiones en función de su nivel de inglés. EF. <https://bit.ly/30MyT1b>
- EF EPI, E., & Howard, P. (2005). Graphic organizers: Power tools for teaching students with learning disabilities. *Graphic Organizers and Learning Disabilities* 1, 1-5.
- Foppoli, J. (2018). Is Grammar Really Important for a Second Language Learner? - *Eslbase.com*.
- Garrido, C., & Rosado, C. (2012). Errors in the use of English tenses. *Íkala, revista de lenguaje y cultura*, 17(3), 285-296.

- Jean, G., & Simard, D. (2011). Grammar Teaching and Learning in L2: Necessary, but Boring? *Foreign Language Annals*, 44(3), 467-494. <https://doi.org/10.1111/j.1944-9720.2011.01143.x>
- Kansizoğlu, H. (2017). The Effect of Graphic Organizers on Language Teaching and Learning Areas: A Meta-Analysis Study. *TED EĞİTİM VE BİLİM*, 42(191), 139-164. <https://doi.org/10.15390/eb.2017.6777>
- Kelly, Andrew. (2018). A place for teaching grammar? Analysing challenges in developing grammatical knowledge for ESL and non-traditional students at university. *Journal of Language Teaching and Learning*. 8. 71-85.
- Mammadova, T. (2019). Teaching Grammar to a Grammar-Free Generation (*Cambridge Scholar Publishing ed.*).
- Mart, Ç. T. (2013). Teaching grammar in context: Why and how? Theory and Practice in Language Studies, 3(1), 124–129. <https://doi.org/10.4304/tpls.3.1.124-129>
- Nassaji, H. (2015). Qualitative and descriptive research: Data type versus data analysis. *Language Teaching Research*, 19(2), 129-132. <https://doi.org/10.1177/1362168815572747>
- Paredes, R., Henríquez, E., Zurita, R., Pinos, V., Apolinario, O., & Campoverde, M. (2018). New Curriculum in Ecuador. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 1, p. 75). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Rahman, M., & Ali, M. (2015b). Problems in Mastering English Tense and Aspect and the Role of the Practitioners. *IOSR Journal Of Humanities And Social Science*, 20(4), 131-135. <https://doi.org/10.9790/0837-2041131135>
- Thyer, B. (2012). Quasi-Experimental Research Designs. *Oxford Scholarship*, 1-216. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195387384.001.0001>
- Varade, G. (2017). Make grammar fun using graphic organizers. *Scholarly Research Journal*, 4, 4530-4533.
- Vargas, J., & Zúñiga, R. (2018). Graphic organizers as a teaching strategy for improved comprehension of argumentative texts in English. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 1-22. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33028>

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Medina Rea, J. M. (2021). Graphic organizers to empower the teaching-learning process of grammar tenses in higher education. *ConcienciaDigital*, 4(3), 54-67. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1764>



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

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



Reading skill development through CLIL Methodology



Desarrollo de la capacidad de lectura a través de la metodología CLIL

Gabriel Margarita Ramírez Casco.¹ & Jazmina Ivonne Mena Mayorga.²

Recibido: 08-05-2021 / Revisado: 19-05-2021 / Aceptado: 12-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1702>

Introduction. In the mid-90s, as a result of the language policies adopted in Europe to improve the language skills of its citizens, a new approach to language learning emerged, this was named, Content Integrated Learning and Foreign Languages (CLIL). With the same vision, within the changes made in its educational policy, since 2016 Ecuador implements this approach in its foreign language curriculum. **Objective.** The objective of this work was to provide evidence on the effectiveness of Content and Language Integrated Learning (CLIL) in the acquisition of reading competence compared to the traditional learning of English as a foreign language (EFL) in the first year of Bachillerato at Unidad Educativa Riobamba. **Methodology.** The study was carried out based on a quantitative method, quasi experimental design and it was applied in two moments: pre and post- test. In order to determine the statistical differences in the reading comprehension process between the two groups of students, CLIL reading texts were applied to a population of 60 students, which 30 students represented the control group and all the other remaining students were the experimental group. The control group was evaluated after using the textbook as the only class teaching material and, the experimental group, was evaluated after receiving CLIL classes using its corresponding materials. **Results.** The results indicated that students in the experimental group showed at the end of the project, a significant development in reading comprehension and

¹ U.E Riobamba, Riobamba, Ecuador. Gabriela.m.ramirez.c@pucesa.edu.ec, <http://orcid.org/0000-0002-1696-3587>

² Pontificia Universidad Católica del Ecuador – Sede Ambato, Maestría en Pedagogía del Inglés como Lengua Extranjera, Tungurahua, Ecuador, jazmin_menamayorga@hotmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5073-5967>

vocabulary. Conclusion. Therefore, through this research it was determined that the use of CLIL texts directly influenced the development of reading comprehension and requires teachers to start using this approach.

Keywords: Content and Language Integrated Learning, reading comprehension, vocabulary.

Resumen

Introducción. A mediados de los años 90, como resultado de las políticas lingüísticas adoptadas en Europa para mejorar las habilidades lingüísticas de sus ciudadanos, surgió un nuevo enfoque para el aprendizaje de idiomas, este fue denominado Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (CLIL). Con la misma visión, dentro de los cambios realizados en su política educativa, desde 2016 Ecuador implementa este enfoque en su currículo de lenguas extranjeras. Objetivo. El objetivo de este trabajo fue evidenciar la efectividad del Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lengua (CLIL) en el desarrollo de la comprensión lectora en contraste con el aprendizaje tradicional de inglés como lengua extranjera (EFL) en el primer año de Bachillerato de la Unidad Educativa Riobamba. Metodología. El estudio basado en un método cuantitativo de diseño cuasi experimental se lo aplicó en dos momentos: pre y pos-test. Con el propósito de identificar las diferencias estadísticas en el proceso de comprensión lectora entre los dos grupos de estudiantes, se aplicaron textos de lectura CLIL a una población de 60 estudiantes, de los cuales 30 estudiantes representaron el grupo de control y los otros 30 conformaron el grupo experimental. El grupo de control fue evaluado luego de utilizar el libro de texto como único material de clase y, el grupo experimental, fue evaluado luego de recibir las clases CLIL utilizando sus correspondientes materiales. Resultados. Los resultados mostraron que, al final del proyecto, los estudiantes del grupo experimental lograron alcanzar un desarrollo significativo en comprensión lectora y vocabulario. Conclusión. Así entonces, a través de este trabajo de investigación se determinó que el uso de textos CLIL influyó directamente en el desarrollo de la comprensión lectora y requiere que los docentes comiencen a utilizar este enfoque.

Palabras clave: Aprendizaje integrado de contenido y lenguaje, comprensión lectora, vocabulario.

Introduction.

In the mid-90s, within European language policies, the Content and Language Integrated Learning (CLIL) model emerged as a proposal to improve linguistic competence in foreign or additional languages in citizenship. From here on, an idea focused on the development of multilingualism with the protection of identity languages begins to be sought. Something that seemed contradictory in origin becomes a sine qua non of what European language policy is, thus in this context, plus the contribution of technology, which is creating the most multilingual generation in history, draws a scenario of what

that is clearly happening today, the need for multilingual profiles but at the same time the need to protect those languages that are in danger of extinction.

With the same vision, within the changes in educational policy that arise in Ecuador in 2016, a new foreign language curriculum was implemented which responds to the needs of the Ecuadorian reality. Between the basic principles of the curricular proposal, Content and Language Integrated Learning (CLIL) is established as a model used to integrate language learning linked to cultural and cognitive aspects, thus, the acquisition of this language will be the engine for the development of students (Ministry of Education, 2016).

As stated, this multifaceted approach improves the level of proficiency that students have in English. There are a large number of studies focused mainly on a secondary education context in which the benefits of CLIL are reported, but there are aspects in these findings that are not conclusive, such as the classification of language skills that are favorably affected or not by this approach. This situation motivated us to inquire about the results of the implementation of this approach, and specifically with regard to reading skills since this is a topic that motivates discussion because many of educational problems in the country are attributed to it. This is reasonable, since Ecuador is one of the countries in the region where fewer books are read per year (Matamoros. 2019)

Considering that reading is the most important instrument in the academic environment (Khatib, 2012) and consequently it is one of the aspects that must be achieved by students in order to develop other skills (Tiara 2018), it is necessary to know about the results of the implementation of this approach, specifically with regard to the aforementioned skill, in our educational environment. Analyzing the results of the instruments applied to the subjects, in the current educational reality, it will be possible to define the factors that influence the development of reading skills in a CLIL context, also allowing the necessary corrections to be made at the time of their application and, thus, the student's willingness to better development in their academic work in pursuit of their goals, thus avoiding academic failure (Lamas, 2008).

Methodology.

Literature Review

Content and Language Integrated Learning (CLIL) has to do with the teaching of subjects such as: Science, History, Arts, Geography, Physical Education and, somewhat discussed, Mathematics to students through a foreign or additional language. David Marsh and Anne Maljers began their promotion in 1994 (Marsh, 2000). The approach integrates contents of general subjects motivating the learner with phrases such as "You can do it." In this way, students are exposed to processes as close as possible to the natural way in which they learn other academic content (Marsh, 2012)

CLIL model poses challenges for the teacher. Thus, there is a need for teachers to be willing to assume responsibility for the development of language awareness (Mehisto, 2008). Another challenge is related to production levels since these can be highly variable depending on the thinking maturity of each student. Its evolution requires a space of interaction to unite the understanding capacity of the subjects by students. This takes the bases in what Baker (2009) affirms regarding that, the person makes explanations of a topic, then the contextual construction and deconstruction of concepts appear and arise as an interactive action reaching high levels of complexity (Llinares and Morton 2010).

This approach has to do with situations where subjects, or parts of subjects, are taught through a foreign language for dual purposes; content learning and simultaneous foreign language learning. According to Baker (2009), this method leads to activate the mental processes of contextual construction and concept construction interactively, they move away from simple description since the class requires materials loaded with details that facilitate the understanding of the problem and the proposal of solutions (Llinares and Morton 2010). It is about the practical and natural use of a foreign language that must surround the learner while acquiring knowledge about another subject.

The principles of the CLIL method

These four principles are essential for CLIL. They should be used as the framework to create and deliver successful lessons:

Communication: Communication has to do with students using the L2 to communicate their thoughts, attitudes, opinions, and others related to the content of the lesson. Both speech and writing are emphasized as students "learn to use language and use language to learn" (Mehisto, Marsh & Frigols, 2008).

Culture: Culture, also known as community and citizenship, has to do with the learning community of a class and school and, more extensively, to local and global cultures. Learners are encouraged and committed to understand themselves as citizens of the world and to understand both their own culture and others. The ultimate purpose is to promote international awareness and understanding.

Cognition: This concerns the critical thinking skills students use to engage and understand the content of a course, to solve problems, and to reflect on their learning.

Content: Content refers to the topic or topics of the lesson or course. Examples of different content areas include history, science, math, geography, or others.

CLIL implementation offers numerous advantages but teachers who desire to be successful in CLIL classrooms should consider the main principles (Mehisto et al., 2008):

1. **Authenticity:** The use of authentic materials, authentic case and authentic content from the real world such as daily newspapers, brochures, flight attendance in airline business courses/topics.

2. Multiple focus: The use of a variety of activities helps develop the students' several skills at the same time. Automatic learning will occur.
3. Active learning: The students are active in both the preparation and presentation stages. The teacher has to encourage the students to take a role in all steps of learning. Participation can activate active learning.
4. Safe learning environment: Familiar classroom setting and peer participation help the students feel safe and learn new things without less worry.
5. Scaffolding: The teacher is a facilitator and peers are consultants through class discussion. The teacher has to be ready to help the students all the time and also to encourage them to be good peers in helping each other to learn.

Public Policy for the teaching of English learning in Ecuador

The Professional Teacher Performance through its standards, allows us to implement the characteristics and practices of a teacher accredited as such, who, in addition to having mastery of the specific area, shows other characteristics that strengthen his/her performance, such as the use of innovative and varied pedagogy, permanent updating, good relationship with students and parents, professional ethics, among others. These standards refer to all these elements and allow the teacher to frame their performance within clear parameters. The purpose of the Professional Teacher Performance standards is to promote teaching that allows all Ecuadorian students to achieve their profiles declared by the National Curriculum for Basic General Education and for the Bachillerato.

Domain 1 - Language: This domain is related to the knowledge about the English language that teachers should know. In order to better understand this domain, 2 subdivisions are made. The first is related to the "Structure of English and Communication", where teachers must master certain topics such as: Phonology, Morphology, Pragmatic, Syntax and Semantics.

All this knowledge must be used to develop the four skills (listening, speaking, reading and writing) in the students. Likewise, professionals in this area must have extensive knowledge of theories and research related to the acquisition of English.

Domain 2 - Culture: As each language is always strongly affected by the culture of the country of origin, the culture of students attempting to learn a second language cannot be underestimated. In this way, teachers must have knowledge related to the culture of the language to be taught and about the cultural identity of the students. It is also important to use resources to better understand our culture, such as the culture of a foreign language. All this must be done with the aim of mitigating false stereotypes and strengthening links between the two countries, since it will be an efficient way to achieve meaningful learning.

Domain 3 - Curriculum Development: This domain is related to planning, implementation and management strategies of English. In addition, teachers must know about teaching

strategies and adaptations of the curriculum. Everything with the aim of satisfying the needs and interests of their pupils. On the other hand, their annual plans, units and skills should be based on the students' competencies, learning styles, educational experiences and knowledge.

Domain 4 - Assessment: Teachers have a clear understanding of assessment concepts and processes. Similarly, they use the necessary resources to provide adequate reinforcement after each assessment.

Domain 5- Professionalism and Ethical Commitment: As in any profession, teachers must not stop investigating, analyzing and applying new techniques, methods and knowledge. On the one hand, teachers must demonstrate knowledge of history, research, public education policies, and up-to-date practices in the field of education. Also, they should participate in workshops, seminars and any other opportunity to strengthen their teaching skills and acquire new ones. Finally, those professionals must promote the practice of values and laws protected in the Constitution of Ecuador.

Reading and CLIL

The essence of CLIL is that it is about teaching and learning content and, language is the key to a more complete understanding of the subject (Mehisto et al., 2008). When the word comprehension comes out, it refers to reading comprehension, and it is well known that reading is a term frequently used in the teaching and learning process, but to date there is no consensus on what it means exactly (Straková & Sepešiová, 2015), however it is necessary to detail its importance in the process of learning a foreign or additional language.

It is said that reading can help improve other language skills of a language because of all the information and structures it provides. In relation to this, Goodman (1996) stated that reading is a psycholinguistic guessing game because it is a procedure of teaching grammar, vocabulary and pronunciation. With this argument, there is no doubt that reading can be used as a tool to improve other aspects of the language and its skills. In addition, writers such as Mikulecky & Jeffries (2005) stated that reading is one of the most important skills in teaching a second language because it promotes imagination and curiosity, increments lexical competence, motivates readers to get new experiences and build meaningful knowledge.

It is important to mentioning that reading is an intentional process that demands strategies to construct the meaning of the text; consequently, including strategies in its implementation is essential, as they contribute to the acquisition of vocabulary and facilitate understanding. When we read, we make our own interpretations and create meaning based on our prior knowledge, experiences, and educational background, which means that a text cannot be understood by two people in the same way (Goodman, 1970).

Reading Comprehension.

Whoever has an efficient reading comprehension implies that he/she also has a social and educational background of the individual and the use of reading strategies. In this sense, Smith (1982) mentioned that reading comprehension is the process of making sense of the world by means of the relation between previous antecedents and the new information. If the readers do not have knowledge or experience on a topic, there will be no understanding of the text, which is the ultimate goal of reading (Winch et al., 2006). Thus, if the text is not understood, the reading process is purposeless.

In relation to the process of understanding a text, Nuttall (1996) proposes six levels that could be considered: (a) Literal comprehension, which is the superficial meaning that a reader gives to the text based on vocabulary, places, dates and times; (b) reorganization, where students can answer specific questions about the text concerning numbers, names among others; (c) inference, there students answer questions that go beyond simple, explicit and literal information; (d) predictions, have to do with evaluating one's prior knowledge by means of answering questions about the text. At this point, readers can predict what will happen next; (e) evaluation, it happens when students become aware about the quantity they have learned after this process. To sum up, comprehensive reading is a complex process that goes beyond simply understanding of letters and symbols.

Metodology.

This study was carried out based on a quantitative approach. Firstly, the problem was set, specified and limited at the beginning of the study. Secondly, the hypothesis was previously established ergo, this investigation had a hypothesis before data gathering. Finally, the data gathering was measurable and the results were analyzed through a statistical process. The following research was carried out by the quasi-experimental design. It was applied to two groups: control and experimental. Both groups of similar characteristics. At the end of the intervention plan, the results were compared and analyzed.

This work started with a descriptive level of research, each variable independently through the literature presented in the theoretical framework were analyzed. The two variables were detected, so that, there were data in which this study was based on. Additional reason why this research started with this level of research was that the results of the pre and post-tests were associated and carefully analyzed.

In addition, this investigation got to a second stage, this was the correlational research. Thus, it determined if the independent variable, CLIL texts, influences the dependent variable, reading comprehension. This level of study allowed the researcher to know if there was any relation between the two variables. The population of this study were sixty (60) students. They were students of the First year of Bachillerato, classes "E" and "H" at Unidad Educativa Riobamba, being "E" the experimental group, and "H" the control group. There were thirty students (30) in the experimental group and thirty students (30)

students in the control. A sample was not necessary due to the fact that the population size was small.

Both groups took the pre and post-test and post-test but, only the experimental group experienced learning by reading comprehension using CLIL texts presented in the intervention plan. The researcher employed some instruments for the effectiveness of this research, these were: pre-test, post-test and reading comprehension rubric

The pre-test was planned and designed in order to measure the dependent variable and to know the level of the students' reading comprehension. It is important to mention that the instruments were validated by experts in the area of languages. It had four parts and forty items that permitted to measure reading comprehension and vocabulary. The students had 90 minutes to read the texts, analyze them and answer questions. It was graded by means of a rubric.

Post-test was designed with very similar questions to the pre-test. It allowed to measure reading comprehension and vocabulary. It lasted 90 minutes to read the texts, analyze them and answer corresponding questions. Additionally, it went along with the objectives and operationalization of the dependent variable of this research.

Due to the fact that the dependent variable of this research is the reading comprehension skill, a rubric was used. It allowed measuring each participant's performance on the reading comprehension, vocabulary, general understanding and detailed understanding. Through the rubric, each participant has a grade in both the pretest and posttest. This grade permitted to compare the results of the pre-test and post-test.

Results.

Pre-test control group and experimental group

<i>Pre-test control group</i>				<i>Pre-test experimental group</i>			
Student	Comprehension	Vocabulary	Total	Student	Comprehension	Vocabulary	Total
1	2	2	4	1	3	2	5
2	2	2	4	2	3	3	6
3	2	2	4	3	1	2	3
4	2	2	4	4	1	2	3
5	2	4	6	5	3	1	4
6	3	2	5	6	2	2	4
7	2	2	4	7	3	2	5
8	3	2	5	8	3	2	5
9	3	2	5	9	3	2	5
10	2	2	4	10	3	2	5
11	3	2	5	11	3	2	5
12	3	2	5	12	2	2	4
13	3	2	5	13	2	2	4
14	3	2	5	14	2	2	4

15	2	2	4	15	2	3	5
16	2	2	4	16	2	1	3
17	2	2	4	17	2	2	4
18	3	2	5	18	2	1	3
19	3	2	5	19	3	2	5
20	3	2	5	20	3	2	5
21	3	2	5	21	3	2	5
22	3	2	5	22	3	2	5
23	3	2	5	23	3	2	5
24	3	2	5	24	3	4	7
25	3	2	5	25	3	2	5
26	2	2	4	26	3	2	5
27	2	2	4	27	3	2	5
28	2	2	4	28	3	2	5
29	2	2	4	29	2	2	4
30	2	2	4	30	3	2	5
X	2.50	2.07	4.57	X	2.57	2.03	4.60

Table 1.

Author: Ramírez, G. (2020)

Post-test control group and experimental group

<i>Post-test control group</i>				<i>Post-test experimental group</i>			
Student	Comprehension	Vocabulary	Total	Student	Comprehension	Vocabulary	Total
1	5	5	10	1	4	5	9
2	5	4	9	2	4	5	9
3	4	5	9	3	4	5	9
4	5	4	9	4	4	5	9
5	4	5	9	5	4	5	9
6	5	4	9	6	5	5	9
7	5	5	10	7	4	5	9
8	5	5	10	8	5	4	9
9	4	5	9	9	4	5	9
10	4	5	9	10	5	5	9
11	5	5	10	11	4	5	10
12	5	5	10	12	5	5	10
13	5	5	10	13	5	5	10
14	5	5	10	14	5	5	10
15	5	5	10	15	5	5	10
16	4	5	9	16	5	5	10
17	5	5	10	17	5	5	10
18	5	5	10	18	5	5	10
19	4	5	9	19	5	5	10
20	5	4	9	20	5	5	10
21	4	5	9	21	5	5	10
22	5	4	9	22	5	5	10

23	4	5	9	23	5	5	10
24	4	5	9	24	5	5	10
25	4	5	9	25	5	5	10
26	4	5	9	26	5	5	10
27	5	5	10	27	5	5	10
28	5	5	10	28	5	5	10
29	5	5	10	29	5	5	10
30	5	5	10	30	5	5	10
X	4.63	4.83	9.47	X	4.73	4.97	9.67

Table 2.

Author: Ramírez, G. (2020)

Comprehension

Pre-test control	2,50
Pre-test experimental	2,57
Post-test control	4,63
Post-test experimental	4,73

Table 3.

Author: Ramírez, G. (2021)

Analysis and Interpretation

Question about comprehension in the pre-test, the average of 30 students in the control group was 2,50 and the average of the experimental group in this question was 2,57. These values show that both groups had almost the same average regarding comprehension in the pre-test. Similarly, the average in the post-test of the control group was 4,63 and the average of the experimental group was 4,73. Thus, these values show that there was an increase of 0.10 after the application process for the average in the experimental group.

Vocabulary

Pre-test control	2,07
Pre-test experimental	2,03
Post-test control	4,83
Post-test experimental	4,97

Table 4.

Author: Ramírez, G. (2020)

Analysis and Interpretation

Question about vocabulary in the pre-test, average in control group was 2,07 and average of experimental group was 2,03. These values show that both groups had the same average regarding vocabulary in the pre-test. Same way, average of the post-test control was 4,83 and the average of the post-test experimental was 4,97. Subsequently, these

values show that there was an increase of 0.14 after the application for the average in experimental group.

Conclusions.

- CLIL texts improve reading comprehension on learners who were studying at the Unidad Educativa Riobamba. The data analysis showed that at the beginning of the course, students started with a specific level on their reading comprehension but after applying CLIL texts in classes their level and grades improved, consequently their reading comprehension was improved.
- It was found that using CLIL as a teaching tool, made students have a favorable development in English reading comprehension. The reason to claim this statement is the improvement in grades and the average that experimental group got in comparison with control group and additionally learners felt motivated and enjoyed classes.
- Finally, CLIL was considered an effective strategy to be applied in classes because of the good grades students got and also because the researcher defined that the relation between CLIL texts and comprehension is based on a better understanding of CLIL texts used.

Bibliographic References.

Goodman, K. (1970) *Reading as a psycholinguistic guessing game*. Newark, NJ:International Reading Association.

Goodman, K. (1996). *On reading*. Portsmouth, NH:Helhenman.

Khatib, M. (2012). *Enhancing Reading Comprehension through Short Stories in Iranian EFL Learners. Theory and Practice in Language Studies*. Academic Publisher.

Lamas, H. (07 de Julio de 2008). Aprendizaje autorregulado, motivación y rendimiento académico. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1729-48272008000100003&script=sci_artex

Matamoros, L. (2019). Cuanto se lee en Ecuador. [Vistazo.com. https://www.vistazo.com/seccion/ciencia-y-tecnologia/ciencia/cuanto-se-lee-en-ecuador](https://www.vistazo.com/seccion/ciencia-y-tecnologia/ciencia/cuanto-se-lee-en-ecuador)

Marsh, D. (2000). *Using Languages to Learn and Learning to Use Languages. An introduction to AICLE for parents and young people*. <http://archive.ecml.at/mtp2/AICLEmatrix/pdf/1uk.pdf>

Marsh, D. (2012). *Content and language integrated learning (AICLE): A development trajectory*. Córdoba, España: University of Córdoba.

- Mehisto, P. (2008). AICLE Counterweights: Recognising and decreasing disjuncture in AICLE. *International AICLE research Journal*,11(8), 93-119. <http://www.icrj.eu/11/article8.html>
- Mehisto, P., Marsh, D. & Frigols, M. J. (2008). *Uncovering CLIL, content and language integrate learning in bilingual and multilingual education*. Oxford: Macmillan.
- Mikulecky, B. S., & Jeffries, L. (2005). *Reading power: Reading for pleasure, comprehension skills, thinking skills, reading faster*. White Plains, NY: Longman.
- Ministerio de Educación del Ecuador (2015). *Currículo 2016-2017 para la enseñanzade inglés en Ecuador*. <http://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/04/Presentacion-Curriculo.pdf>
- Nuttall, C. (1996). *Teaching reading skills in a foreign language*. Oxford, UK:Heinemann.
- Smith, F. (1982). *Reading*. Cambridge University Press.
- Straková, Z. & Sepesiová, M. (2018). *CLIL in Reading Programs*. University of Presov, Faculty of Arts, Institute of British and American Studies. https://www.researchgate.net/publication/324200905_CLIL_IN_READING_PROGRAMMES
- Tiara, P. (2018) *The use of Short Story as Materials in Reading*. [Tesis Degree, Universitas Islam Indonesia]. <https://dspace.uui.ac.id/bitstream/handle/123456789/5391/Thesis%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Winch, G., Ross Johnston, R., March, P., Ljungdahl, L. & Holliday, M. (2006). *Literacy: Reading, writing and children's literature (3rd Edn.)*. Oxford: Oxford University Press.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Ramírez Casco, G. M., & Mena Mayorga, J. I. (2021). Reading skill development through CLIL Methodology . ConcienciaDigital, 4(3), 68-80.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1702>



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

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



Gestión de los factores de riesgo operacional en las instituciones del sistema financiero popular y solidario



Management of operational risk factors in the institutions of the popular and solidarity financial system

Karina Johanna Iza López.¹, Darwin Vladimir Rivera Piñaloza.², & Oscar Paúl Tanqueño Colcha.³

Recibido: 09-05-2021 / Revisado: 20-05-2021 / Aceptado: 13-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1765>

Introduction: in the 21st century there are some risks to which the institutions of the Popular and Solidarity Financial Sector are exposed, such as the Savings and Credit Cooperatives COAC's, one of them is the operational risk that must be managed an efficient way to minimize its nascent impact of four factors that make it up: people, processes, information and communication technology and external events. **Objective.** Determine the degree of management of operational risk factors in the institutions of the Popular and Solidarity Financial System based on Resolution No. SEPS-IGT-2018-0279. **Methodology.** The approach, design, type and level of research was mixed considering qualitative and quantitative elements, not experimental, descriptive and documentary. The population was made up of six COACs belonging to segment 1 of the city of Guaranda, from which no sample was drawn due to a reduced group. To collect the information, the technique and the survey and questionnaire instrument were used in that

¹ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, Carrera de Contabilidad y Auditoría, Guaranda, Ecuador, kiza@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5111-8792>

² Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, Carrera de Contabilidad y Auditoría, Guaranda, Ecuador, vrivera@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5695-9726>

³ Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Administrativas, Gestión Empresarial e Informática, Carrera de Contabilidad y Auditoría, Guaranda, Ecuador, otanqueno@ueb.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5718-335X>

order. The questionnaire was subjected to a validation process developed by ten experts in the field to determine with consistency and reliability. **Results.** The investigation revealed that the COAC's are managing operational risk factors based on Resolution No. SEPS-IGT-2018-0279. Organizations are managing the four operational risk factors according to the tools available to them. **Conclusion.** The COACs are managing the operational risk based on the regulations issued by the Regulatory Bodies.

Keywords: savings and credit cooperatives, operational risk, people, processes, information and communication technology, external events.

Resumen.

Introducción: en el siglo XXI algunos son los riesgos a los que están expuestas las instituciones del Sector Financiero Popular y Solidario como es el caso particular las Cooperativas de Ahorro y Crédito COAC's, uno de ellos es el riesgo operacional que debe ser gestionado de una manera eficiente para minimizar su impacto naciente de cuatro factores que lo integran como son las personas, procesos, tecnología de la información y comunicación y los eventos externos. **Objetivo.** Determinar el grado de gestión de los factores de riesgo operacional en las instituciones del Sistema Financiero Popular y Solidario tomando como base la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279. **Metodología.** El enfoque, diseño, tipo y nivel de investigación fue mixto por considerar elementos cualitativos y cuantitativos, no experimental, descriptivo y documental. La población estuvo integrada por seis COAC's pertenecientes al segmento 1 de la ciudad de Guaranda de la cual no se extrajo muestra alguna debido a que un grupo reducido. Para la recolección de la información se empleó la técnica y el instrumento encuesta y cuestionario en ese orden. El cuestionario fue sometido a un proceso de validación desarrollado por diez expertos en la materia para determinar con consistencia y confiabilidad. **Resultados.** De la investigación se desprendió que las COAC's si están gestionando los factores de riesgo operacional en base la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279. Las organizaciones están gestionando los cuatro factores de riesgo operacional conforme las herramientas que tienen a su alcance. **Conclusión.** Las COAC's están administrando el riesgo operacional en base a la normativa emitida por los Órganos Reguladores.

Palabras clave: cooperativas de ahorro y crédito, riesgo operacional, personas, procesos, tecnología de la información y comunicación, eventos externos.

Introducción.

El sistema financiero del Ecuador está integrado por instituciones financieras como bancos, cooperativas de ahorro y crédito, mutualistas, sociedades financieras, entre otras que está bajo la regulación de la Superintendencia de Bancos (SB) y la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS). En la actualidad las empresas sean o no instituciones financieras están expuestas a distintos riesgos financieros, uno de ellos el

riesgo operacional, el mismo que debe ser gestionado de manera apropiada puesto que puede causar distintos tipos de pérdidas como económicas, financieras y en la imagen institucional que puede ser producto de los cuatro factores que lo integran como son: 1) las personas, 2) procesos, 3) TIC's; y, 4) sucesos externos, este último está fuera del control de la empresa. Las COAC's que están bajo la regulación de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS) para la gestión del riesgo operacional disponen de la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279 que es la norma responsable de identificar, valorar y controlar este riesgo, pero también el riesgo legal.

En este contexto, el riesgo operacional está inmerso en todas las tareas realizadas, decisiones tomadas, estrategias implementadas y tecnología empleada por las organizaciones lo cual representa una razón para instaurar medidas de protección para minimizar su probable impacto (Bravo Bravo & Carrillo Lanás, 2020). La gestión realizada por las COAC's a grado global es menos dura que la ejercida por los bancos. El Ecuador no está alejado de esta ineludible realidad pues las instituciones financieras cuentan con el marco jurídico, pero en algunos casos la capacidad financiera los limita y no pueden desarrollar o adquirir herramientas de gestión empresarial alineado al riesgo operacional. En el país las COAC's están segmentadas de acuerdo a los señalado por el artículo 444 del Código Orgánico Monetario y Financiero en el que se indica que estas organizaciones serán ubicadas en los segmentos dados en el rango del 1-5 por la Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera.

En este orden de ideas, el presente artículo científico se plantea como problema de investigación ¿Las COAC's están gestionando los factores de riesgo operacional de acuerdo al marco jurídico vigente? En tal sentido, el objetivo del estudio es determinar el grado de gestión de los factores de riesgo operacional en las instituciones del sistema financiero popular y solidario tomando como base la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279.

Los riesgos a los que están expuestas las COAC's son: el de crédito, liquidez, operacional, mercado, legal, y el de imagen institucional (reputacional). Entendiendo, que el término de riesgo se traduce en una contingencia, probabilidad o proximidad de que se origine un perjuicio, daño, pérdida u otro infortunio que puede afectar a una persona natural o jurídica (Reynaldo Argüelles, Guardado Lacaba, Sorhegui Ortega, & Rojas de la Cruz, 2019). Por otro lado, en lo que respecta a las instituciones del sistema financiero el riesgo es un término empleado para denotar peligro causante de pérdidas de distinta índole interfiriendo en el logro de los propósitos estratégicos (Salinas Vásquez & Lojano Cabrera, 2019).

Frente a la exposición de los riesgos financieros los Órganos Reguladores de las instituciones financieras a grado global han determinado que cada una de estas deben gestionarlos mediante acciones que ayuden a lograr el resultado esperado alineado a un enfoque estructurado para minimizar su impacto (Toro Díaz, Carmona Grajales, & Tabares Torres, 2018; Lizarzaburu Bolaños, Barriga, Burneo, & Noriega, 2019). La gestión de riesgos financieros también es entendida como un cumulo de estrategias,

esfuerzos, compromisos desarrollados por el grupo social que integra la estructura organizacional dirigidos a minimizar el impacto que pueden generar (Alonso C. J. C. y Berggrun, 2015). El propósito de la gestión de riesgos es garantizar que no se produzcan pérdidas financieras, económicas o de imagen mediante prácticas empresariales orientadas a minimizar el impacto de los riesgos financieros, puesto que no existe el riesgo cero. En esta gestión de riesgos está incluido el riesgo operacional que limita la continuidad del negocios si no se toman acciones oportunas para minimizar su impacto por parte de las empresas y de los organismos externos de regulación mediante la incorporación de juicios de identificación, valoración y vigilancia en el marco regulatorio (Bedoya Londoño, 2017). En consecuencia, la gestión de riesgos en implementar un sinnúmero de acciones encaminadas a la identificación (tipo de riesgos), medición (impacto-ocurrencia), control (monitoreo, seguimiento, acompañamiento) para proteger a las instituciones y de los grupos de interés relacionados con la misma de manera directa o indirecta (Orden Olasagasti, 2015).

El riesgo operacional es un riesgo financiero que representa probabilidad de pérdida dado en factores como: 1) personas o talento humano, este factor está alineado a los errores, fallas, incumplimientos de los procesos de administración del grupo social de la empresa como los de incorporación (selección y admisión de empleo), permanencia (valoración de desempeño, plan de desarrollo de carrera, entre otros), disolución laboral (planificación de la salida del personal), 2) procesos, representan los procesos y procedimientos críticos que desarrollan las empresas de acuerdo a la estructura organizacional organizado e acuerdo a los grados jerárquicos gobernante, habilitante u operacional; 3) tecnología de la información y la comunicación (TIC's), está dado por la vulneración de herramientas de tratamiento de información, accesos no permitidos, paralización de los programas informáticos, daño a la calidad de información, entre otros, 4) incidentes externos, son las posibles pérdidas resultantes de sucesos externos como desastres naturales, atentados, actos ilícitos, vandalismo, entre otros (García Regal & Seminario Olortigue, 2018; León, Scacco, & Galiano, 2019).

El sistema financiero popular y solidario es uno de los sectores más importantes de la economía puesto que está integrado principalmente por cooperativas de ahorro y crédito, mismas que se dedican a la intermediación financiera y adecuaron sus estatutos de acuerdo a los requerimientos efectuados por los Órganos Reguladores de acuerdo a disposición transitoria primera de la Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria (LOEPS) en su momento (Ortega Pereira, Borja Borja, Aguilar Rodríguez, & Moreno Cazar, 2018). Entendiéndose como cooperativa de ahorro y crédito a aquellas organizaciones en las que se han unido un grupo de personas bajo el principio de adhesión abierta y voluntaria para satisfacer sus necesidades económicas, sociales y culturales con una participación netamente democrática (Coraggio, 2011).

Segmento	Valor de activos (USD)
1	Mayor a 80'000.000
2	Mayor a 20'000.000 hasta 80'000.000
3	Mayor a 5'000.000 hasta 20'000.000
4	Mayor a 1'000.000 hasta 5'000.000
5	Hasta 1'000.000 Cajas de Ahorro, Bancos Comunes y Cajas comunales.

Tabla 1. Segmentación de las COAC's por el valor de activos

Fuente: (Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera, 2015).

Una de las diligencias de las COAC's ecuatorianas es la gestión de los disintos riesgos financieros a los que están expuestas conforme la Resolución No. 128-2015-F como aquellos relacionados con 1) cartera de crédito, 2) tasas de interés, 3) indicadores de liquidez, 4) incumplimiento de leyes, resoluciones, manuales, reglamentos, políticas, 5) talento humano, procesos, procedimientos, tecnología, agentes externos; y, 6) imagen institucional.

Metodología.

Para la investigación se empleó un enfoque de investigación mixto, cualitativo porque se hizo el análisis de datos no numéricos, cuantitativos porque se procesó información numérica desprendida de la aplicación de técnicas e instrumentos de recolección de datos. El diseño fue no experimental por que se analizó a las COAC's en su estado natural sin ningún tipo de interferencia. El alcance fue descriptivo porque se detalló de manera minuciosa los cuatro factores que integran el riesgo operacional. La población del estudio estuvo integrada por seis COAC's del Sistema Financiero Popular y Solidario ubicadas en la ciudad de Guaranda pertenecientes al segmento 1, no se extrajo una muestra por ser una población pequeña. Las técnicas empleadas para a recolección de la información fueron la encuesta y el análisis documental y los instrumentos el cuestionario y la ficha bibliográfica. El cuestionario se lo estructuró con preguntas dicotómicas y polinómicas mismo que fue validado en inherencia a su consistencia y confiabilidad mediante el soporte de 10 expertos y el coeficiente Alpa de Cronbach, obteniendo un factor de 0,91 denotando excelencia en los parámetros medidos y para el análisis documental se tomó como referencia diversa bibliografía compuesta por libros, artículos científicos y resoluciones emitidas por los Órganos de Control de este tipo de instituciones financieras. La validez del cuestionario y el procesamiento de la información se lo hizo con el soporte del programa SPSS versión 20.0.

No.	RUC	Razón Social
1	1891710328001	Cooperativa de Ahorro y Crédito Chibuleo Ltda.
2	1790866084001	Cooperativa de Ahorro y Crédito Policía Nacional Ltda.
3	1890141877001	Cooperativa de Ahorro y Crédito Mushuc Runa Ltda.
4	1890037646001	Cooperativa de Ahorro y Crédito el Sagrario Ltda.
5	290003288001	Cooperativa de Ahorro y Crédito San José Ltda.
6	1891709591001	Cooperativa de Ahorro y Crédito Ambato Ltda.

Tabla 2. Coac's del sector financiero popular y solidario segmento 1

Fuente: (Superintendencia de Economía Popular y Solidaria, 2020)

Resultados.

Gestión del riesgo operacional

Los gestores de las COAC's manifestaron en su totalidad que si cuentan con una unidad de riesgos y que la misma es el área encargada de la gestión de los riesgos a los que están expuestas mediante la práctica de conocimientos de la persona responsable catalogado según normativa como Oficial de Riesgos, el cual desarrolla acciones como: 1) la identificación de los riesgos mediante la utilización de una matriz de riesgos y otras herramientas, 2) medición del riesgo, con la valoración de la pérdida dada y el posible daño que podría ocasionar; y, 3) control del riesgo, mediante la verificación del grado de respeto a las medidas de protección establecidas para minimizar el impacto. Por otro lado, en referencia al Comité Integra de Riesgos (CAIR) las organizaciones lo han definido conforme la Resolución No. 128-F-2015 que fue emitida de manera exclusiva para las instituciones financieras que están bajo el control de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS) para la administración integral de riesgos dirigido al tratamiento de todos los riesgos incluido el operacional. En relación al riesgo al que más expuestas han estado por el número de sucesos dados, el 83% señalaron que al riesgo operacional y el 17% al riesgo de crédito, este último dado por incumplimientos en los pagos de operaciones crediticias adquiridas.

El 50% de los encuestados indicaron que el factor que más incidencia tiene en el riesgo operacional es el de personas, el 33% indicaron que los eventos externos y el 17% los procesos. También indicaron que cuentan con un plan de continuidad del negocio (PCN) que es el documento logístico en el cual consta una serie de acciones para reaccionar en tres escenarios antes, durante y después de la ocurrencia de un evento inesperado sea por concepto de recuperación o restauración de los procesos críticos. El personal de la empresa de las matrices y agencias de las COAC's están siendo permanentemente instruidos en temas asociados al riesgo operacional incluido en temas de simulaciones en

tiempo real frente a determinado suceso inesperado esto para crear una cultura de riesgos (Ve tabla 3).

No.	Pregunta	Porcentaje
1	¿Existe una Unidad de Riesgos en la entidad?	Sí 100%
		No 0%
2	¿Hay en la entidad una persona responsable de la gestión de riesgos?	Sí 100%
		No 0%
3	¿La cooperativa cuenta con un Comité integral de Riesgos CAIR en él que se trate las condiciones de cada riesgo?	Sí 100%
		No 0%
4	¿A qué tipo de riesgo ha estado más expuesta la empresa por el número de sucesos presentados?	Operacional 83%
		Crédito 17%
		Liquidez 0%
		Mercado 0%
		Legal 0%
		Personas 50%
5	¿Qué factor de riesgo operacional tiene mayor incidencia en la gestión institucional?	Personas 17%
		TIC's 0%
		Eventos 33%
		Externos
6	¿La entidad cuenta con un plan de continuidad de negocio (PCN) en el que se incluya e riesgo operacional?	Sí 100%
		No 0%
7	¿El personal de la empresa está permanentemente capacitado respecto al riesgo operacional?	Sí 100%
		No 0%

Tabla 3. Gestión del riesgo operacional

Fuente: Elaboración propia

Factor 1. Personas

Referente a este factor las COAC's cuentan con procesos para la administración del recurso más importante como es el talento humano, por ejemplo, disponen con dos manuales: 1) manual de procesos de administración del talento humano, que es un documento técnico utilizado como herramienta de gestión de los procesos de incorporación, permanencia y de terminación de la relación contractual; y, 2) manual descriptor de cargos que es el documento en el que constan las funciones específicas de cada cargo, el perfil técnico, requisitos del puesto visto en las competencias necesarias, entre otros elementos. Las instituciones también indicaron en un 17% que, aunque disponen de un manual descriptor de cargos, pero este documento no está conforme la estructura organizacional, no existe una independencia de funciones ya que la segregación no es la apropiada, existe concentración incompatible de funciones lo cual daría lugar en

especial al cometimiento de errores o actos ilícitos como el fraude, en cambio el 83% señalaron que el manual descriptor de cargos está conforme la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279.

Otro de los requerimientos de la resolución mencionada con antelación que requiere cumplan las Cooperativas de Ahorro y Crédito es disponer de una base de datos actualizada del personal de la empresa que registre datos básicos de los colaboradores, resultados de valoraciones de desempeño, beneficios sociales percibidos, número de horas extraordinarias y suplementarias, sanciones, llamados de atención entre otros aspectos, en este sentido el 33% señala que cuenta con una base de datos con algunos de los aspectos expuestos y que están trabajando en este tema y el 67% indicaron que si cuentan con la base de datos misma que se ha traducido en una herramienta valiosa para la toma de decisiones respecto al grupo social que integran la empresa (Ve tabla 4).

No.	Pregunta	Porcentaje
1	¿La entidad cuenta con una manual de talento humano ?	Sí 100%
		No 0%
2	¿Existe una apropiada segregación de funciones?	Sí 83%
		No 17%
3	¿La entidad cuenta con una base de datos actualizada del talento humano?	Sí 67%
		No 33%

Tabla 4. Factor personas

Fuente: Elaboración propia

Factor 2. Procesos

Los representantes de las COAC's aludieron en su totalidad que sí disponen del documento técnico de gestión de procesos que también se lo denominado como manual de procedimientos en el que consta lo que se debe hacer tomando como base al talento humano y lograr así que la empresa funcione de manera correcta, mismo que ha sido elaborado de la mano con el manual de descriptor de cargos, estructura organizacional, políticas, reglamentos, resoluciones, entre otra normativa legal vigente interna y externa. El 100% de los encuestados también indicaron que los procesos han sido definidos en base a políticas y que se han establecido metodologías para su diseño, actualización, aprobación, difusión e implementación. En relación a la interrogante asociada al portafolio de procesos el 100% indicaron que sí disponen de esta cartera de productos y que está estructurado de acuerdo a las líneas de negocios de la organización y contiene datos básicos como tipo de proceso de acuerdo a la estructura organizacional, valoración del proceso respecto a la criticidad, responsable, entre otros datos (Ve tabla 5).

No.	Pregunta	Porcentaje
1	¿La entidad cuenta con una manual de administración de procesos ?	Sí 100%
		No 0%

2	¿Los procesos están definidos conforme los grados jerárquicos gobernante, habilitante y operacional?	Sí No	100% 0%
3	¿La entidad tiene definido el portafolio de procesos?	Sí No	100% 0%

Tabla 5. Factor procesos

Fuente: Elaboración propia

Factor 3. Tecnología de la Información y Comunicación

Para la gestión de la Tecnología de la Información y Comunicación (TIC's) las instituciones financieras (IFI's) deben contar con una estructura formal. En el caso de las COAC's de segmento 1 objeto de análisis el 100% cuentan con una unidad y un comité de Tecnología de la Información y Comunicación debidamente formalizado al interior de estas, instancias integradas por el mismo grupo social que las integran con el afán de garantizar la continuidad del negocio esto lo hicieron una vez que entró en vigencia la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279 dentro de los plazos establecidos para el efecto. En consecuencia, disponen de políticas, procesos, procedimientos para la gestión tecnológica debidamente diseñadas, actualizadas, aprobadas, difundidas e implementadas. En consecuencia, para una adecuada gestión de las TIC's las COAC's cuentan con un plan de contingencia que es un documento que integra una serie de procesos para hacer frente a los eventos inesperados en escenarios de reacción y recuperación. Tal es así que este documento es implementado por estas organizaciones cuando se da el suceso no planeado y está en constante actualización para asegurar medidas de protección (Ve tabla 6).

No.	Pregunta		Porcentaje
1	¿La entidad cuenta estructura de gestión tecnológica?	Sí No	100% 0%
2	¿Estas definidas políticas, procesos, procedimientos para la gestión tecnológica?	Sí No	100% 0%
3	¿La entidad tiene definido un plan de contingencia para garantizar la continuidad del negocio?	Sí No	67% 33%

Tabla 6. Factor TIC's

Fuente: Elaboración propia

Factor 4. Eventos Externos

Para una buena gestión del riesgo operacional las entidades deben tener presente que las pérdidas también pueden originarse de variables que están fuera de su control como son los eventos externos o también denominados agentes externos. A este respecto las COAC's en un 50% indicaron que a los incidentes que más expuestos han estado

relacionados a los fraudes externos que son actos ilícitos cometidos por personas u organizaciones ajenas a estas, el 25% el vandalismo entendiendo que este una serie de acciones con el propósito de destruir, en el caso particular de estas organizaciones ha sufrido daños a la infraestructura física, cajeros automáticos que son bienes que están más al alcance del público y el 25% mencionaron que hasta el momento no han sido objeto de ningún evento externo; sin embargo, no descartan la probabilidad de ocurrencia por ello están trabajando arduamente en este tema mediante el establecimiento de controles de acuerdo a su realidad y capacidad financiera para garantizar medidas de seguridad (Ve tabla 7).

No.	Pregunta		Porcentaje
1	¿Cuál ha sido el evento externo al que mayor expuesta esta la entidad?	Desastres naturales	0%
		Fraudes externos	50%
		Vandalismo	25%
		Ninguno	25%

Tabla 7. Factor eventos externos

Fuente: elaboración propia

Conclusiones.

- Las organizaciones tomadas para el análisis han cumplido en gran parte de la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279 puesto que los factores de riesgo operacional han sido gestionados de manera apropiada. Esto se vislumbra en que su totalidad disponen de una unidad de riesgos y un comité de administración integral de riesgos (CAIR) que está integrado por el Oficial de Riesgos y autoridades desprendidos del grado jerárquico Gobernante. El riesgo al que más expuesto han estado las entidades es el riesgo operacional y que los factores que más inciden en este riesgo son las personas, eventos externos y procesos respecto a las TIC's menor ha sido el número de sucesos. La entidad cuenta con un plan de continuidad del negocio garantizando así la funcionalidad en el caso presencia de casos fortuitos y su desarrollo es respaldado por contar con personal calificado lo que representa también un aliciente para las COAC's.
- Las COAc's cuentan con herramientas de gestión del personal como un manual de talento humano que incluye procesos de admisión y empleo, pero no basta puesto que, aunque en la mayor parte de estas empresas estén debidamente segregadas las funciones de acuerdo a ciertos parámetros, existen organizaciones en las cuáles están focalizadas funciones incompatibles y no están bajo ciertas medidas constantes en la Resolución No. SEPS-IGT-2018-0279. Por otro lado, respecto a si disponen una base de datos del personal actualizada mencionaron que sí disponen de información del personal, pero en algunos casos no actualizada porque hasta el momento la está depurando de acuerdo a lo estipulado en la norma.
- Las instituciones financieras consultadas indican que si cuentan con instrumento técnico para la gestión de procesos como es un manual que integra procesos

definidos conforme los grados jerárquicos de la estructura organizacional y así también tienen definido el portafolio de procesos, lo cual denota que este factor de riesgo está fortalecido por las acciones implementadas.

- Referente al factor tecnología de la información y comunicación (TIC's) dispone de una adecuada estructura de gestión integrada por una unidad y un comité los cuales tienen definidos sus funciones de acuerdo a lo que señala la norma y la realidad institucional. Una de las fortalezas que presentan todas las organizaciones es que tienen definido en su totalidad procesos, procedimientos y políticas. Por otro lado, una debilidad es que algunas de las Cooperativas no disponen de un plan de contingencia para las TIC'S lo que podría instaurarse en un factor de fracaso.
- El evento externo al que más expuesto han estado las organizaciones en los últimos tiempos son los fraudes externos dado por actos ilícitos y vandalismo destrucción de infraestructura física y tecnológica está última en cajeros automáticos cuyo impacto no ha sido alto, pero a partir de ello han tomado las medidas necesarias para contrarrestar esta situación.

Referencias bibliográficas.

- Alonso C. J. C. y Berggrun, P. (2015). *Introducción al análisis de riesgo financiero (3a. ed.)*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Bedoya Londoño, D. A. (2017). Análisis de la evolución del uso de las cuentas contables de riesgo operativo en las entidades financieras en Colombia. *Espacios*, 39(9), 5-21.
- Bravo Bravo , P. A., & Carrillo Lanás , E. X. (2020). Modelo de gestión del riesgo operativo para el control de la gestión financiera en el Instituto Superior Tecnológico Para el Desarrollo ISPADE. *Tesis [Maestría]*. Universidad Andina Simón Bolívar, Quito.
- Coraggio, J. L. (2011). *Economía Social y Solidaria: El trabajo antes que el capital*. Quito: Ediciones AbyaYala.
- García Regal, R. F., & Seminario Olortigue, R. M. (2018). Gestión de riesgo operacional y su relación con la utilidad bruta de la Financiera Manco Inca (Lima, 2013-2017) . *Tesis [Maestría]*. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima.
- Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. (2015). *Resolución No. 038-2015-F. Quito-Ecuador*. Obtenido de <https://n9.cl/duus>
- Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera. (2015). *Resolución No. 128-2015-F. Quito-Ecuador*. Obtenido de <http://www.seps.gob.ec/documents/20181/25522/Resol128.pdf/5c74f247-0de4-4862-b5fbc89ff62817d7>

- León, R. G., Scacco, E. B., & Galiano, N. E. (2019). Identificación de factores de riesgo operativo en el sector metalmeccánico manufacturero. *Espacios*, 4(20), 23-37. doi:<https://n9.cl/i1t2u>
- Lizarzaburu Bolaños, E. R., Barriga, G., Burneo, K., & Noriega, E. (2019). Gestión Integral de Riesgos y Antisoborno: Un enfoque operacional desde la perspectiva iso 31000 e iso 37001. *Universidad & Empresa*, 21(36), 79-118. doi:<https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.6089>
- Orden Olasagasti, O. D. (2015). *Gestión del riesgo y mercados financieros*. Madrid: Delta Publicaciones.
- Ortega Pereira, J. R., Borja Borja, M., Aguilar Rodríguez, I. E., & Moreno Cazar, W. M. (2018). Sistema Financiero Popular y Solidario y su evolución desde la implementación de la nueva Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria. *Cooperativismo y Desarrollo*, 5(113), 1-17.
- Reynaldo Argüelles, C. L., Guardado Lacaba, R. M., Sorhegui Ortega, R. A., & Rojas de la Cruz, R. (2019). Importancia de la gestión de riesgos para el desarrollo local. caso de estudio consejo popular caribe, Cuba. *Ecociencia*, 6(5), 1-23. Obtenido de <https://n9.cl/gssyh>
- Salinas Vásquez, J. V., & Lojano Cabrera, V. A. (2019). Análisis de los factores que inciden en la gestión de riesgos financieros en las cooperativas de ahorro y crédito del segmento cinco, Cuenca 2018. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 1-15. Obtenido de <https://www.eumed.net/rev/oel/2019/02/gestion-riesgos-financieros.html>
- Superintendencia de Economía Popular y Solidaria. (2020). *Segmentación 2020 del sector Financiero Popular y Solidario*. Obtenido de <https://n9.cl/2rhma>
- Toro Díaz, J., Carmona Grajales, J., & Tabares Torres, M. (2018). Riesgo financiero en empresas españolas. *Empresarial*, 46(1), 52 - 61 .

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Iza López, K. J., Rivera Piñaloza, D. V., & Tanqueño Colcha, O. P. (2021). Gestión de los factores de riesgo operacional en las instituciones del sistema financiero popular y solidario. *ConcienciaDigital*, 4(3), 81-93.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1765>



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

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



Evaluación de las reservas de oro (Au) en las terrazas aluviales del sector San Vicente



Evaluation of the gold (Au) reserves in the alluvial terraces of the San Vicente sector

Marco Antonio Mejía Flores.¹, Jenny Priscila Granja Carrera.² & Faustino Ampam Tsenkush Chamik.³

Recibido: 10-05-2021 / Revisado: 21-05-2021 / Aceptado: 14-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1766>

Introduction: In the Amazon region of Ecuador, there are alluvial gold deposits that are extracted by local communities. under the modality of artisanal mining permit, granted by the Ecuadorian State; as is the case of the San Vicente sector, Patuca parish, in Morona Santiago. The extraction is carried out empirically without a prior technical study. For this reason, the field work includes the prospecting of an area of 41.7 ha, a model was made determining with the areas with positive mineralization to be used and finally a method of exploitation is proposed. **Objective.** Carry out the evaluation of the gold (Au) reserves in the eluvial terraces of the San Vicente Sector, through a technical analysis in order to adopt exploitation systems according to the geological and mineralogical characteristics and the quantity and quality of the mineral existing in the deposit. eluvial. **Methodology,** consisted of sampling, washing and concentrating of eluvial materials; with a pan and the 10 kg concentrated material, to detect the presence of minerals such as gold (Au); according to the color chart procedure. **Results:** • In the alluvial terrace, the volume calculation is established by the method of profiles of high concentration mineralized strata in 159,461.98 m³ with a content of 0.56 gr / m³ and reserves of 89,298.70 grams of gold, medium concentration 100,486 , 86 m³ with a content of 0.085 gr / m³ and reserves of 8,541.38 grams of gold, low concentration 29,657.25 m³ with a

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera de Minas. Macas, Ecuador. marco.mejia@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-7566-2063>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera de Minas. Macas, Ecuador. jenny.granja@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-4005-3687>

³ Investigador Independiente. faustino.ksenkush@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2812-8789>

content of 0.016 gr / m³ and reserves of 474.51 grams of gold, obtaining total proven reserves of 98,314 , 59 grams of gold. **Conclusion.** • Strip start-up and hydraulic start-up have a lower operating cost than strip and mechanical start-up, but with greater investment in mitigation and environmental control works.

Keywords: Eluvial terrace; Mineralized strata, Gold reserves, Deposit tenor, Siliceous sand.

Resumen.

Introducción: En la región amazónica del Ecuador, se tienen yacimientos de oro aluvial que son extraídos por comunidades locales. bajo la modalidad de permiso de minería artesanal, otorgado por el Estado Ecuatoriano; como es el caso del sector San Vicente, parroquia Patuca, en Morona Santiago. La extracción lo realizan de forma empírica sin un estudio técnico previo. Por tal motivo, el trabajo de campo incluye la prospección de un área de 41.7 ha, se hizo un modelo determinando con las áreas con mineralización positiva a utilizar y finalmente se propone un método de explotación. **Objetivo.** Realizar la evaluación de las reservas de oro (Au) en las terrazas eluviales del Sector San Vicente, mediante un análisis técnico con el fin de adoptar sistemas de explotación acorde a las características geológicas, mineralógicas y la cantidad y calidad del mineral existente en el depósito eluvial. **Metodología,** consistió en muestreo, lavado y concentrado de materiales eluviales; con una batea y el material concentrado de 10 kilos, para detectar la presencia de minerales como el oro (Au); según el procedimiento de la tabla de colores. **Resultados:** •En la terraza aluvial se establece el cálculo de volumen por el método de perfiles de estratos mineralizados de alta concentración en 159.461,98 m³ con un tenor de 0.56 gr/m³ y reservas de 89.298,70 gramos de oro, mediana concentración 100.486,86 m³ con un tenor de 0.085 gr/m³ y reservas de 8.541.38 gramos de oro, baja concentración 29.657.25 m³ con un tenor de 0.016 gr/m³ y reservas de 474.51 gramos de oro, obteniéndose unas reservas probadas totales de 98.314,59 gramos de oro. **Conclusión.** •El arranque por franjas y arranque por medios hidráulicos es de menor coste de operación que el de franjas y arranque por medios mecánicos, pero con mayor inversión de obras de mitigación y control ambiental.

Palabras claves: Terraza eluvial; Estratos mineralizados, Reservas de oro, Tenor del yacimiento, Arena silícea.

Introducción.

El oro “Au”, (proviene del latín Aurum) es el elemento atómico número 79 de la tabla periódica de los elementos; su densidad es 19,32 gr/cm³; su punto de fusión es de 1.063°C; su dureza es de 2.5 a 3 (escala de Mohs). El oro físicamente es un metal dúctil y maleable; presenta varias tonalidades de color amarillo, según su pureza (cantidad de oro referente a otros minerales asociados); es insoluble en los ácidos ordinarios, pero es soluble en agua

regia (mezcla de ácidos clorhídrico y nítrico); no se empaña; en lingote se le fracciona, modela y martilla en frío (Pimentel, N. (2010). El oro en la naturaleza se presenta en dos tipos de depósitos en primario y en secundario: Como depósitos primarios tenemos a las vetas masivas de cuarzo con oro nativo (óxidos), vetas de cuarzo que contienen abundante pirita (sulfuros), zonas piríticas con oro en lavas cizalladas sin cuarzo. En forma de depósitos de origen secundario tenemos a los placeres que se encuentran en la inmediata cercanía de la roca originaria conocidos como yacimientos eluviales (oro libre encontrado en las laderas por encima del afloramiento de una veta aurífera es un eluvión); placeres ubicados en lechos o antiguos lechos de ríos compuestos por material sometidos a gran arrastre denominados yacimientos aluviales o fluviales. (Swiecki, 2008); conforme a las propiedades antes descritas el oro secundario se puede transportar fluvialmente y concentrarse gravimétricamente en la naturaleza; razón por la cual se puede emplear la metodología de “tabla de colores”; que consiste en definir como “color” un rango según el tamaño de partículas de oro o platino encontradas en las gravas auríferas, y ordenar en categorías de mayor a menor tamaño como #1, #2, #3, entre otros; para ser registrado en peso (gramos), el oro encontrado en cada muestreo. Mediante la “tabla de colores” se puede determinar el tamaño de oro recuperable, estimados de producción diaria, estimados de pérdidas, estimación de piques o pozos, estimación de tenores a diferentes profundidades o en determinación de oro de avance por avance. La “tabla de colores” es particular y única para cada yacimiento estudiado.

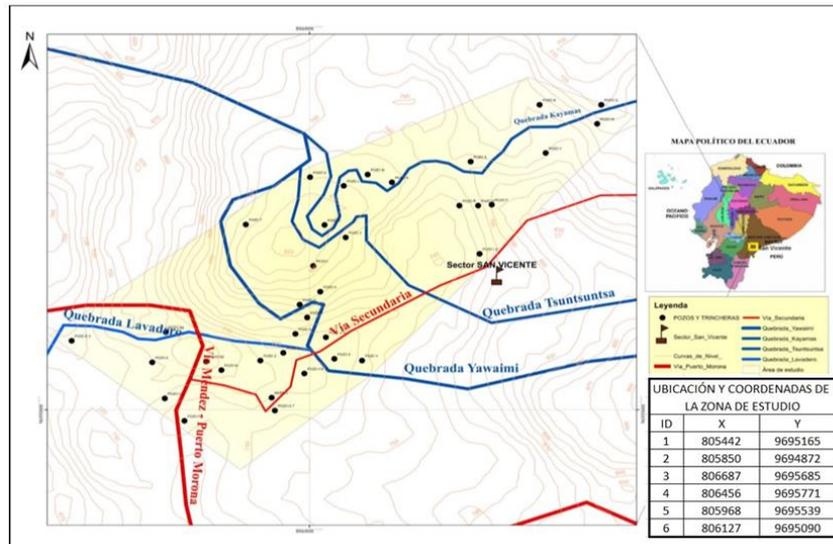
En placeres auríferos el método de extracción a cielo abierto es el más fácil y rápido para explotar un yacimiento, pero solamente es aplicable a los depósitos auríferos pocos profundos cubiertos por terrenos blandos. (Swiecki, 2008). La forma tradicional de explotar artesanalmente es mediante uso de bateas (plátón), canaletas, cribas, motobombas hidromonitores y dragas de poco calaje y de forma mecanizada mediante el uso de excavadoras, dragalinas, también hidromonitores y dragas de calaje mayor. Según la legislación ecuatoriana en minería artesanal solo se permite el uso de maquinaria con condiciones de capacidad y potencia mínima. También se puede ejecutar la explotación en forma combinada manual y mecanizada al mismo tiempo.

Metodología.

Descripción topográfica:

Los permisos de minería artesanal se encuentran situados en forma contigua sobre una franja de depósito aluvial de arena silíceas que se extiende de este a oeste; este sitio va desde un relieve tipo montañoso (estribaciones de cordillera del Cutucú) a una llanura sin un desnivel muy marcado, en una fracción de humedal que funciona como filtro para las aguas que drenan hacia el Río Namangoza. La ubicación de la zona de estudio se encuentra indicada en el Figura N° 1.

Figura 1. Ubicación de la zona de estudio

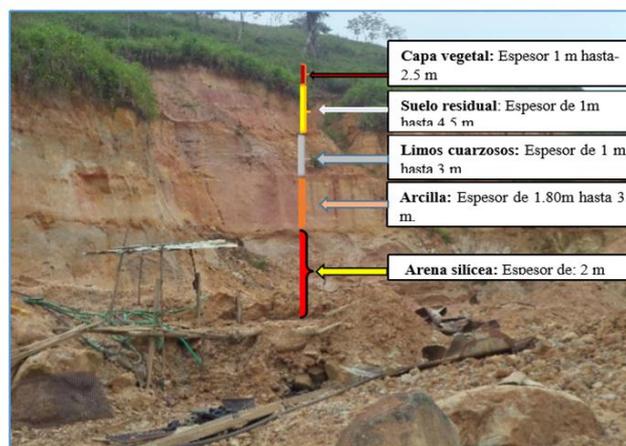


Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Geología Local. Los afloramientos de la zona de estudio están constituidos de arena silícea de color blanco con estratificación cruzada, con paquetes de limos cuarzosos, generalmente de color grisáceo, cubiertas por arcillas de color rojizo. Las areniscas de la Formación Hollín (Cretácico temprano: Albiano - Aptiano) afloran extensamente en la zona subandina, (Baldock W, 1982).

Características técnicas del depósito aluvial. De manera general, de lo obtenido de las observaciones de campo en los afloramientos y calicatas, el yacimiento se encuentra en la base arena silícea entre los 0.5 a 2 m, luego limos cuarzosos con intercalaciones de arcillas con un espesor de 1.5 a 3 metros, continúa con 1.0 a 4.5 metros de suelo residual y finalmente una capa de materia orgánica que va desde los 10 cm hasta 2,50 m; conforme se indica en el Figura N°2.

Figura 2. Características técnicas del depósito aluvial



Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Prospección. Se inició con el trazo de las líneas transversales en los flancos pendientes y en los márgenes derecho e izquierdo de las quebradas: Yawaimi, Kayamas, Tsuntsunsa y el Lavadero, se continuó con el desbroce de la vegetación que impedía el acceso al lugar, seguido por la limpieza y retiro de la capa vegetal previa la ejecución de calicatas y trincheras, para el efecto se contó con ayuda de mineros artesanales. Las herramientas principales para este tipo de prospección fueron bateas que median 47 cm de diámetro por 12 cm de profundidad, recipientes plásticos con capacidad de 21 litros (0.021 m^3) con el fin de trabajar por muestra con 10 kilos del material concentrado para aplicar el método indirecto, y también la ayuda de canalones de madera con rifles metálicos de diferentes dimensiones. Se efectuó varias fases en el lavado en batea (disgregación) hasta llegar al mineral concentrado (concentración) mediante los movimientos rotatorios y de desplazamiento longitudinal, lo cual permite concentrar gravimétricamente los minerales pesados en este caso oro libre. Los granos de la batea se van clasificando, los livianos hacia el borde de la batea y los pesados hacia el fondo de esta. La obtención del mineral es cuando la cantidad de arena blanca de cuarzo y sílice fino se reduce a una ligera lámina de arena negra y de trazas, y/o chispas de oro (Au) de color amarillo; este concentrado se coloca en una plancha de metal y se asienta sobre una hornilla a gas, ocupada en el campo con el fin de secar el concentrado para luego separar con imán la arena negra y otros minerales para proceder con facilidad al conteo de oro con la ayuda de dos sets de lupas de 20 X, 30X y 40X. La clasificación se realiza acorde a la metodología de la tabla de colores por cada bateada y al final según los datos obtenidos se pueda estimar y categorizar sitios de baja, mediana y alta concentración de oro (Au). Como se muestra en el Figura N°3.

Figura 3. Método Gravimétrico, lavado y concentrado del oro (Au) en canalón y batea.



- a.- Arranque del material del estrato mineralizado.
- b.- Lavado con canalón, disgregación del mineral y control de la operación de concentración en trabajo de prueba.
- c.- Lavado en batea, disgregación del mineral y control en la operación de prueba.
- d.- Trabajo con el concentrado total obtenido hasta obtener la concentración de arena negra con fragmentos auríferos visibles con el fin de realizar el conteo.

Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Muestreo en terrazas aluviales mediante pozos y trincheras. Se procedió a cavar pozos de 1. 50 m hasta 3.50 m de profundidad por lo general en forma manual (Figura N° 4). Hasta llegar o atravesar la capa aurífera (estrato mineralizado) de la cual se toma una muestra de 10 kilogramos para realizar el lavado gravimétrico. Se colocó la muestra en una funda plástica, previamente enumerada en la que consta: nombre del área minera, ubicación geográfica del muestreo, fecha, hora.

En las siguientes figuras se aprecia que el tamaño de los clastos del estrato presenta la siguiente escala: Mayores 30 cm=2%; de 20-30 cm= 3%; de 10-20 cm= 5 %; menores 1-5 cm= 20% y arena silíceica = 70 %

Figura 4. Recolección de muestras



a.- Recolección de la muestra de 10 kg

b.- Calicata de prospección

Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Resultados.

Determinación de los colores

Luego del conteo de chispas de las 38 muestras positivas recolectadas en los pozos, calicatas y afloramientos, se observa que su granulometría oscila entre tamaños menores a 1mm hasta 0,67 mm de tal razón se define en tres grupos de colores:

Malla 60	< 0,3 mm	Trazas;
Malla 35	0,3-0,5 mm	Muy Fino;
Malla 18	0,6-1 mm	Fino;

Determinación del grado de Concentración

A continuación, se observa las tablas detalladas de acuerdo con el grado de concentración del mineral: alta, media y baja.

Tabla N°1 Colores y sitios de alta concentración.

SITIOS DE ALTA CONCENTRACIÓN									
COLORES									
Nombre pozo	N° de colores m ³	Malla 60 <0,3 mm Trazas	Peso mg	Malla 35 0,3-0,5 mm Muy Fino	peso mg	Malla 18 0,6-1 mm Fino	Peso mg	Peso total mg	Potencia de sobrecarga (m)
W	105	6	0,072	62	4,34	29	10,7	15,142	15
A	95	9	0,108	58	4,06	26	9,62	13,788	12
C3	75	5	0,06	43	3,01	28	10,4	13,43	10
Q	61	7	0,084	32	2,24	8	2,96	5,284	10
E5	50	6	0,072	28	1,96	16	5,92	7,952	15
C	49	5	0,06	22	1,54	22	8,14	9,74	10
B	47	7	0,084	21	1,47	20	7,4	8,954	3
B 2	47	6	0,072	19	1,33	22	8,14	9,542	4
R	45	8	0,096	21	1,47	16	5,92	7,486	4
D4	38	2	0,024	16	1,12	20	7,4	8,544	3
D5	38	7	0,084	18	1,26	13	4,81	6,154	4
K	32	4	0,048	12	0,84	16	5,92	6,808	3
S	25	4	0,048	11	0,77	10	3,7	4,518	4
P	24	5	0,06	8	0,56	11	4,07	4,69	15
L	23	4	0,048	7	0,49	12	4,44	4,978	2,5
N	22	3	0,036	8	0,56	11	4,07	4,666	4
O	20	6	0,072	7	0,49	7	2,59	3,152	3
		94	1,128	393	27,51	287	106	134,83	

Fuente: Tesis "Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente" (Tsenkush F, 2016)

Tabla N°2 Colores y sitios de media concentración.

SITIOS DE MEDIA CONCENTRACIÓN									
COLORES									
Nombre pozo	N° de colores m ³	Malla 60 <0,3 mm Trazas	Peso mg	Malla 35 0,3-0,5 mm Muy Fino	Peso mg	Malla 18 0,6-1 mm Fino	Peso mg	Peso total mg	Potencia de sobrecarga (m)
M	12	3	0,078	7	1,12	2	0,86	2,058	1,5
H8	11	2	0,052	7	1,12	2	0,86	2,032	2

G	10	3	0,078	6	0,96	1	0,43	1,468	2
V	14	2	0,052	11	1,76	1	0,43	2,242	3
Z	8	4	0,104	3	0,48	1	0,43	1,014	3
F 6	8	3	0,078	4	0,64	1	0,43	1,148	3
I 9	6	2	0,052	3	0,48	1	0,43	0,962	2
D	5	2	0,052	3	0,48	0	0	0,532	2,5
U	5	1	0,026	4	0,64	0	0	0,666	1,5
I	3	1	0,026	2	0,32	1	0,43	0,776	3
J	3	1	0,026	2	0,32	0	0	0,346	2
J 10	4	1	0,026	3	0,48	0	0	0,506	1,5
		25	0,65	55	8,8	10	4,3	13,75	

Fuente: Tesis "Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente" (Tsenkush F, 2016)

Tabla N°3 Colores y sitios de baja concentración.

SITIOS DE BAJA CONCENTRACIÓN									
COLORES									
Nombre pozo	N° de colores m3	Malla 60 <0,3 mm Trazas	Peso mg	Malla 35 0,3-0,5 mm Muy Fino	Peso mg	Malla 18 0,6-1 mm Fino	Peso mg	Peso total	Potencia de sobrecarga (m)
G7	2	1	0,026	1	0,16	0	0	0,186	2
E	1	1	0,026	0	0	0	0	0,026	2,5
F	2	0	0	2	0,32	0	0	0,32	2
H	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Ñ	1	1	0,026	0	0	0	0	0,026	2
T	1	0	0	1	0,16	0	0	0,16	2
X	2	0	0	2	0,32	0	0	0,32	2,5
Y	0	0	0	0	0	0	0	0	2,6
		3	0,078	6	0,96	0	0	1,038	

Fuente: Tesis "Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente" (Tsenkush F, 2016)

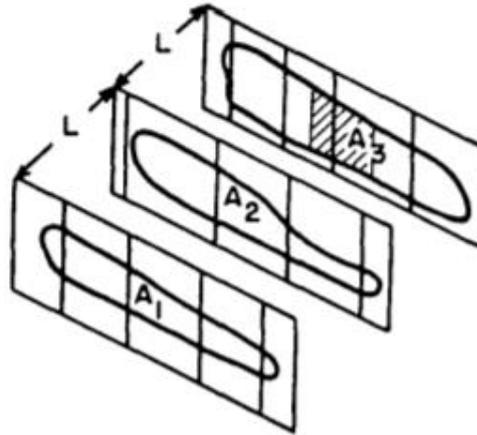
Evaluación De Reservas Método Minero de Cortes o Perfiles.

Consiste determinar la cantidad de mineral presente y la factibilidad de realizar la explotación comercial de dichos minerales metálicos mediante el trazado perfiles verticales del yacimiento y calcular las reservas de los bloques delimitados por dos perfiles. (García J. C., 2013)

Se usa cuando se tienen cuerpos mineralizados de desarrollo irregular y que han sido estudiados mediante afloramientos, excavaciones de calicatas y trincheras de forma que permiten establecer cortes o perfiles en los que se basa el cálculo de reservas. El área de

la sección del cuerpo mineralizado interceptado por cada perfil se puede calcular por varios métodos (planímetro, regla de Simpson, etc.) (Cruz J., 2011).

Figura 5. Método Minero de Cortes o Perfil.



Fuente: Investigación de campo (Cruz, 2011).

Parámetro técnico para cálculo de tenores de oro (Au).

V = Volumen del bloque entre dos secciones

A1, A2 = Áreas de las secciones A1 y A2

$$V = \left(\frac{A1 + A2}{2} \right) * L1$$

T = Peso en toneladas del bloque

r = Densidad media del mineral (t/m³)

$$T = \left(\frac{A1 + A2}{2} \right) * L1 * r$$

Método empleado para determinar oro (Au) gr/m³: se empleó concentración gravimétrica y conteo de chispas utilizando canalón y batea, a su vez se realizó una grilla de 9 secciones equidistantes, obteniendo los siguientes resultados:

- Alta concentración: Es aquella porción del recurso medido que en función a su alto porcentaje o nivel de concentración resulta interesante. El estrato mineralizado es 159.461,98 m³ con un tenor de 0.56 gr/m³ y reservas de 89.298.70 gramos de oro. Tabla N° 4.
- Mediana concentración: es aquella porción del recurso indicado con discretos a medios niveles de concentración interesantes, bajo ciertos parámetros técnicos. El estrato mineralizado es 100486.86 m³ con un tenor de 0.085 gr/m³ y reservas de 8541.38 gramos de oro. Ver la Tabla N°5.
- Baja concentración: Es aquella porción de recurso que contiene escasa concentración, su interés está en función a la cantidad del recurso. El estrato mineralizado es de 29657,25 m³ con un tenor de 0.016 gr/m³ y reservas de 474.51 gramos de oro. Tabla N° 6.

Tabla N° 4 Reservas de Alta Media y Baja ley.

Reservas de Alta Media y Baja ley				
PERFIL	Distancia	Volumen	Tenor gr/m³	Reservas de oro (gr)
(A1+A2)d/	150/2	27649.50		
(A2+A5)d/	150/2	30265.12		
(A5+A6)d/	150/2	28010.62		
(A6+A7)d/	150/2	32651.25		
(A7+A8)d/	150/2	23392.12		
(A8+A9)d/	150/2	17493.37		
		159461.98	0.56	89298.70

Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Tabla N° 5 Reservas de mediana concentración.

Zonas con reservas de mediana concentración de oro				
Perfiles	Distancia (m)	Volumen (m³)	Tenor (gr/m³)	Reservas de oro (gr)
(A2+A3)d/2	150/2	5250		
(A3+A4)d/2	150/2	12342.37		
(A4+A5)d/2	150/2	22758.75		
(A5+A6)d/2	150/2	19614.37		
(A6+A7)d/2	150/2	22944.37		
(A7+A8)d/2	150/2	17577		
		100.486.86	0.085	8541.38

Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Tabla N° 6 Reservas de baja concentración de Oro.

Zonas con reservas de baja concentración de oro				
PERFIL	Distancia (m)	Volumen (m³)	Tenor gr/m³	Reservas de oro (gr)
(A4+A5)d/2	150/2	16933.12		

(A5+A6)d/2 150/2 12724.12

29657.2

0.016

474.51

Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Tabla N° 7 Cálculo matemático en sitios de alta, mediana y baja ley de oro (Au).

Sitios de alta, mediana y baja ley de oro (Au).				
Sitios de áreas probadas	Σ de secciones (cuerpo mineralizado) m ³	Tenor del depósito gr/m ³	Reservas del depósito gr de Au	Sobrecarga total m ³
Alta Concentración	159.461,98 m ³	0.56 gr/m ³	89.298,70	
Mediana concentración	100.486,86 m ³	0.085 gr/m ³	8.541,38	
Baja concentración	29.657,25 m ³	0.016 gr/m ³	474.51	
	254 846,34 m³	Total reservas: 98 314,59 gr de Au.		365 104,52 m³

Fuente: Tesis “Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente” (Tsenkush F, 2016)

Sistema y método de explotación propuesto

Características técnicas para la elección del método de explotación. Analizando en la zona de estudio la geología local, la disposición del depósito, la topografía, la hidrogeología de la zona, se establece que se puede realizar extracción de este depósito tanto por el método seco mediante el uso de excavadoras como por el método húmedo mediante el uso de motobombas y bombas de succión; consecuente también por métodos mixtos o combinados. (Cisneros, 2003). Ver la Tabla N°8 donde se reflejan los costos y características técnicas de cada equipo. (Vasquez E., 2016)

Tabla N° 8 Características técnicas para la elección del método de explotación.

Equipos de trabajo	Alquiler de maquinaria	Combustible	Tubos	Número de Personal	Alimentación
1 Motobomba de 3” 1 concentradora tipo Z 1 canalón	40,00 USD la hora 12 meses	92.928 galones por año X 1,48 USD/gal	300 m. de manguera de 3 inch	3 personas laboran todo el año	
	6.950,00	12.503,04	525	15.840,00	2.376,00
					53.554,00
Maquinaria y equipos de trabajo	Costo por hora de trabajo efectivo	Combustible	Tubos	Número de Personal	Alimentación

Una Motobomba					
Una Excavadora Concentrador Tipo "Z"		Excavadora: 2.640 Diésel 12640 gasolina	500 m de manguera de 3 inch"	4 personas laboran todo el año	
Canalones 450,00					
80.000,00	21.120,00	15.240,72	875	21.120,00	3.168,00
6.500,00					
					148.473,72

Fuente: Maquinaria. Andrade, E. (2012).

Diseño del método de explotación por franjas y arranque por medios hidráulicos, sirviéndose de los afloramientos del yacimiento descubiertos por la bisección de la quebrada Kayamas al yacimiento; y conforme a la experiencia de campo, el arranque hidráulico es de menor coste, pero exige de mayor control ambiental, ya que genera turbiedad, sedimentos, sólidos en suspensión, en fuentes de agua, así como el cambio geomorfológico (Granizo F., 2016).

Diseño del método de explotación por franjas y arranque por medios mecánicos, este método técnicamente se ajusta al yacimiento en estudio por las características geológicas, litológicas y geotécnicas; adicionalmente cabe destacar que el yacimiento tiene sobre carga de regolita que fluctúa de 15 a 30 m de potencia; a este método se le considera como un sistema de mayor coste en la producción minera; de igual manera se debe considerar la legislación minera vigente que limita considerablemente las capacidades de maquinaria permitidas en la modalidad de minería artesanal (Granizo F., 2016).

En base al volumen y la calidad del estrato mineralizado, y de sobrecarga, se realiza el análisis del método de explotación, considerando maquinaria y equipo tanto en frente de avance por **franjas y arranque por medios hidráulicos** como en frente de avance por **franjas y arranque por medios mecánicos**; los costos de implementación, operación y producción que implicaría para el desarrollo de explotación. Estimación de costos de inversión y capital de recuperación.

La **TIR** del 49.74%, comparada con la **TMAR** del 12.06% es mucho mayor, lo que implica que el proyecto en el tiempo es aceptable, porque va a rendir un 37.68%, **VAN** (\$60464,35) adicionales.

En el frente de avance por franjas y arranque por medios mecánicos: La **TIR** del 3.39%, comparada con la **TMAR** del 12.06% es mucho menor, siendo el valor negativo de **VAN** (\$-31809.96) lo que implica que el proyecto no recuperara ni lo mínimo esperado, de la forma de explotación que en la actualidad aplican los mineros artesanales. Ver datos en la Tabla N°9.

Tabla N°9 Factibilidad Económica.

FACTIBILIDAD ECONÓMICA							
	gr/hora y día	gr/mes	gr/ año	Costo por gramo de oro	Costo venta	Inversión Total	Ingreso neto
1.- Explotación en frente de avance por franjas y arranque por medios hidráulicos.	10	220	2640	32	84480	54,625.08	29854,92
2. Explotación en frente de avance por franjas y arranque por medios mecánicos.	21.6	475.2	5702.4	32	182.476,80	151.443,19	31.033,61

Observaciones: Se ha tomado en cuenta los datos calculados mínimos de recuperación de oro (Au) dentro del área de estudio, la misma que es 21.6 gramos día en análisis técnico en trabajo en efectivo, pero tomando en cuenta la forma de trabajo de los mineros, esto se refiere a un día de trabajo, tiempo en efectivo y de descanso con la maquinaria y 10 gramos diario por medios hidráulicos.

Fuente: Tesis "Evaluación De Las Reservas De Oro (Au) En Las Terrazas Eluviales Del Sector San Vicente" (Tsenkush F, 2016)

Discusión

La comunidad Shuar de San Vicente donde se asientan permisos de minería artesanal objetivos de la investigación dispuso ciertas restricciones al acceso en su territorio, como el reducido ingreso de personal, el trabajo de investigación exclusivamente en el campo y el impedimento del uso de maquinaria. Por estas restricciones las muestras de arena aurífera no fueron analizadas en un laboratorio, el muestreo se hizo manualmente y la metodología de muestreo en el campo fue mediante líneas transversales (método de zonas) a los ejes de las quebradas: Yawaimi, Kayamas, Tsuntsunsa con limpiezas de afloramientos y ejecución de calicatas en los márgenes de las quebradas antes mencionadas; se evitó muestrear puntos altos de la topografía, siendo una ventaja de este método el obtener información de manera rápida sin un enmallado que implicaría mayor intervención en la vegetación que cubre la zona, los datos recolectados nos sirvieron para aplicar la metodología de estimación por cálculo de secciones, lo cual no aporta con datos sobreestimados pero si con un factor de subestimación manejable; al no poder utilizar laboratorio se recurrió al conteo de chispas mediante métodos gravimétricos y balanza digital de campo en presencia de miembros de la comunidad.

Bajo las condiciones que se pudo trabajar en la investigación de esta zona, el método antes descrito aporta de valores fiables pero sin embargo de alguna manera si hubiese

mayor apertura de la comunidad se podría haber realizado un muestreo mediante un mallado más denso, con aplicación de maquinaria en aperturas de calicatas de mayor profundidad y con el análisis en laboratorio se hubiese obtenido datos más certeros para la aplicación de la geo estadística para su mejor tabulación, como las pruebas de oro total y su calidad de recuperación, al haber aplicado este primer método es importante considerar un estudio a mayor detalle.

Al planificar la investigación de campo y en base de datos preliminares se llegó a la conjetura de encontrar una terraza homogénea, de manera particular en los lechos y márgenes de las quebradas, pero en el muestreo se obtuvo zonas de concentraciones de alta, media y baja ley. En las zonas de alta ley como de mediana ley revelan la mayor acumulación chispas en el orden muy finas, 0,3-0,5 mm, seguida en fino 0,6-1 mm y en menor proporción en trazas <0,3 mm. Cabe señalar en referencia a la granulometría de la graba esta predominantemente constituida por arena de material silíceo de origen marino (fósiles) y la cobertura de sobrecarga está constituido por lutitas, estableciéndose que el yacimiento aurífero no recibió aporte alguno de la cordillera ya que ningún material de esta interviene en la constitución de este y la deposición de mayor número de chispas está en el orden predominante de muy finas. Por esta razón este placer aurífero no aporta con datos para la exploración de primario en la zona. Los sitios de mayor concentración en reservas de 89.298.70 gramos de oro, nos indica que sigue la disposición característica de la mayoría de los yacimientos de la zona de poca extensión con leyes medias a altas.

La decisión que se determinó para un estudio de factibilidad con el análisis del método tradicional mediante arranque hidráulico con hidro monitores artesanales y el propuesto mediante destape de la sobre carga con maquinaria y el arranque hidráulico fue claramente comparativa en función de costos sin considerar obras complementarias, con el fin de visualizar su rentabilidad con los actuales datos recopilados.

Este trabajo esta categorizado dentro de prospección y exploración inicial ya sea por el método de muestreo de líneas transversales el método de estimación de reservas cálculo de secciones a diferencia del estudio Exploración y Explotación de Terrazas Aluviales en la concesión “El Ichó” llevado a cabo por Mendoza Salas Patricia Jaqueline (2015) “Se inicia la exploración avanzada, mediante la elaboración de pozos, distribuidos en una malla de 25 m con la utilización de una excavadora, con un cucharón de volumen 0.85 m³ y una mini planta de recuperación tipo Trommel como equipos principales, en el sector” (Mendoza P., 2015)

Esta investigación se realizó con distancias entre líneas de 150 m, muestreo manual y mediante observación in situ mediante conteo de chispas. También, la topografía del sector en este sitio va desde un relieve tipo montañoso (estribaciones de cordillera del Cutucú) a una llanura sin un desnivel muy marcado, a diferencia de otras terrazas del sector que comúnmente como se describe “las llanuras aluviales que se ubican entre las colinas anteriores. Existen un sinnúmero de pantanos, zonas y depresiones inundadas, regadas a lo largo de los actuales cauces de los ríos “. (Mendoza P., 2015).

Se ha obtenido 38 muestras positivas recolectadas, razón por la cual se utilizó la estimación de cálculo por perfiles en cambio en exploraciones avanzadas de pequeña minera como indica textualmente al haber gran cantidad de datos “El método de cubicación empleado para este cálculo es el de Área de Influencia, media Aritmética”. (Mendoza P., 2015).

En comparación al estudio Diseño de Explotación de los Depósitos Auríferos Aluviales Profundos del Río Jatun Yacu en la cual indica referente al sistema de explotación en relación al génesis del yacimiento y sus características geométricas “Por la génesis del yacimiento y sus características geométricas y técnico mineras, el método de explotación establecido para este tipo de depósito es el “Método de explotación No Selectivo a cielo abierto, en frente continuo de corte y relleno del espacio explotado en franjas longitudinales al curso del río.”, en nuestro caso no es posible ese sistema de explotación, primero por su tamaño del yacimiento, topografía y el sistema hídrico, también por la calificación minera ya que este es minería artesanal, razón por la cual no es permitido industrialización en su explotación por ser minería de subsistencia, de tal manera se plantea la explotación hidráulica mediante hidro monitores , o una mixta maquinaria para la limpieza de sobre carga y el arranque mediante hidromonitores.

Conclusiones.

- En la terraza aluvial se establece el cálculo de volumen por el método de perfiles de estratos mineralizados de alta concentración en $159.461,98 \text{ m}^3$ con un tenor de 0.56 gr/m^3 y reservas de $89.298,70$ gramos de oro, Mediana concentración $100.486,86 \text{ m}^3$ con un tenor de 0.085 gr/m^3 y reservas de $8.541.38$ gramos de oro, Baja concentración $29.657.25 \text{ m}^3$ con un tenor de 0.016 gr/m^3 y reservas de 474.51 gramos de oro., obteniéndose unas reservas probadas totales de $98.314,59$ gramos de oro.
- Según el levantamiento geológico de campo realizado, se determinó que en la zona de estudio existen zonas de hundimiento en las cuales no existen estratos mineralizados.
- Las actividades mineras actuales aprovechan el material por desgaste del pie de talud y paralizan la actividad cuando han liquidado la capa aurífera, dejando inestable los taludes a la espera que la quebrada crezca y remueva la sobrecarga.
- El arranque por franjas y arranque por medios hidráulicos es de menor coste de operación que el de franjas y arranque por medios mecánicos, pero con mayor inversión de obras de mitigación y control ambiental.
- El diseño de Explotación de arranque por medios mecánicos, no se puede aplicar por la restricción de capacidades técnicas de la maquinaria en la ley de minería.
- Se trabaja en tres grupos de colores: Malla 60 $<0,3 \text{ mm}$ Trazas; Malla 35 $0,3-0,5 \text{ mm}$ Muy Fino; Malla 18 $0,6-1 \text{ mm}$ Fino.

Referencias bibliográficas.

- Andrade, E. (21 de mayo de 2012). Motobombas con motor a gasolina de 3". (T. Ltda, Editor, & Barranquilla, Colombia) Recuperado el 12 de septiembre de 2015, de <http://www.equinorte.net/index.php/2012-05-21-00-11-18/2012-05-21-01-24-38/maquinaria-para-bombeo-aguas-limpias>
- Baldock W, J. (1982). Geología del Ecuador. Quito: Dirección General de Geología y Minas.
- Cisneros, J. (octubre de 2003). Diseño de explotación a cielo abierto. (Sistemas y métodos de explotación) Recuperado el 28 de octubre de 2015, de <http://www.aimecuador.org>
- Cruz, J. (29 de junio de 2011). Cálculo de Reservas. (Métodos Clásicos o Geométricos) Recuperado el 10 de febrero de 2016, de <http://es.scribd.com/doc/58981418/Cálculo-de-reservas#scribd>
- García J. C. (02 de diciembre de 2013). Evaluación de los yacimientos minerales. (Prezi, Editor, & México) Recuperado el 15 de septiembre de 2016, de Evaluación de reservas: <https://prezi.com/x4kebe5zhkax/evaluación-de-los-yacimientos-minerales/>
- Granizo, F. (2016). Diseños de explotación. (F. A. Tsenkush, Entrevistador) Asesoría & Consultoría de sectores estratégicos. Quito, Ecuador. 20 de Febrero 2016.
- Mendoza P. (2015). Exploración y explotación de terrazas aluviales en la concesión "El Icho". Trabajo de grado para obtención de título de Ingeniero en Geología y Minas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba
- Swiecki, R. (2008). Explotación y minería aluvial. (Aluviales y eluviales depósitos de oro o diamantes) Tomado del siguiente enlace: www.minelinks.com/alluvial/deposits_es.html
- Tsenkush F., (2016). Evaluación de las reservas de Oro (Au) en las Terrazas eluviales del Sector San Vicente". Trabajo de grado para obtención de título de Ingeniero en Geología y Minas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Vásquez, E. (2016). Manejo de estériles de una mina. Maracaibo.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Mejía Flores, M. A., Granja Carrera, J. P., & Tsenkush Chamik, F. A. (2021). Evaluación de las reservas de oro (Au) en las terrazas aluviales del sector San Vicente. *ConcienciaDigital*, 4(3), 94-110. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1766>



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

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



Evaluación de los tratamientos radioterapéuticos con diferentes sistemas dosimétricos



Evaluation of radiotherapeutic treatments with different dosimetric systems

Cristina de los Ángeles González Rodríguez. ¹, Alexander Torres Hernández. ² & Dairan Torriente Díaz. ³

Recibido: 11-05-2021 / Revisado: 22-05-2021 / Aceptado: 15-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1770>

Introduction: The AMEPLAN system is used for the dose calculation in radiotherapeutic treatments, in the radiotherapy service of Matanzas City. This system reduces considerably, the dosimetric calculation time. However, it is based on one-dimensional calculations (punctual), looking down on the effects present in all the irradiated volume, except some concessions in the dose determination of the irregular fields module, which allows visualizing the isodosis curves on a surface. Moreover, the use of 3D dosimetric planning systems, allow a qualitative leap in the prosecution of the dose calculation. **Objective:** to show the differences between the use of the AMEPLAN and the 3D planning systems. **Methodology:** dose calculations with both planning systems were done, for which its was taken into consideration the same techniques used in the annual control tests cases and commissioning for source changing. Measurements were performed in order to compare dose in each case calculated by both systems. Some plannings were performed on ideal patients in a second phase, simulating pathologies that allow the use of some of the techniques employed in the radiotherapy services in Matanzas in order to compare the treatment times of both systems. **Results:** Calculations

¹Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Matanzas, Cuba, cristinag@nauta.cu, <https://orcid.org/0000-0001-5892-6445>

²Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Matanzas, Cuba, alexanderth.mtz@infomed.sld.cu, <https://orcid.org/0000-0002-9235-410X>

³ Universidad de Ciencias Médicas de Matanzas, Matanzas, Cuba, , <https://orcid.org/0000-0002-7135-897X>

were performed taking into account a dose of 200cGy to be given in all the cases, with equal field dimensions and radiotherapeutic techniques in both dosimetric systems, which allowed compararing the real measured dose, with those calculated by them.

Conclusions: With the use of 3D calculation systems, the approximation of the prescribed dose by the radiotherapist turns more real since it provides anatomical information of CAT images and makes possible to define various treatment volumes and organs at risk.

Keywords: Dosimetric system, organs at risk, radiotherapeutic treatments, biological equivalent dose

Resumen.

Introducción: En el servicio de radioterapia de la ciudad de Matanzas se utiliza el sistema AMEPLAN para el cálculo de dosis en tratamientos radioterapéuticos. Este sistema reduce el tiempo de cálculo del dosimetrista considerablemente. No obstante, la forma del cálculo es en una sola dimensión (puntual) despreciándose así los efectos presentes en todo el volumen irradiado, con excepción de algunas concesiones en la determinación de dosis del módulo de campos irregulares, que permite visualizar sobre un plano las curvas de isodosis. Por otra parte, la utilización de sistemas de planificación dosimétricos en 3D, permiten dar un salto cualitativo en el procesamiento del cálculo de dosis.

Objetivo: mostrar las diferencias que existen en el empleo del sistema AMEPLAN y el de planificación en 3D. **Metodología:** Se realizaron los cálculos de dosis con ambos sistemas de planificación considerando para dichos cálculos las mismas técnicas empleadas en los casos pruebas del control anual y el comisionamiento por cambio de fuente. Se realizaron mediciones comprobando dosis en cada caso calculado por ambos sistemas. En una segunda fase se realizaron planificaciones sobre pacientes ideales simulando patologías que permitieran el empleo de algunas de las técnicas empleadas en el servicio de radioterapia de la provincia de matanzas a modo de comparar los tiempos de tratamientos de ambos sistemas. **Resultados:** Se realizaron cálculos considerando una dosis a impartir en todos los casos de 200cGy con iguales dimensiones de campos y técnicas radioterapéuticas en ambos sistemas dosimétricos, pudiendo comparar las dosis reales medidas, con las calculadas por los mismos. **Conclusiones:** Con la utilización de sistemas de cálculos en 3D, la aproximación a la dosis prescrita por el radioterapeuta se hace más real ya que brinda información anatómica de imágenes de TAC y posibilita definir varios volúmenes de tratamiento y órganos de riesgo.

Palabras claves: Sistema dosimétrico, órganos de riesgo, tratamientos radioterapéuticos, dosis biológica equivalente

Introducción.

El departamento de estadística provincial de la dirección de salud pública de Matanzas revela un incremento de las enfermedades oncológicas. Esos datos evidencian la necesidad de abordar desde diferentes aristas el diagnóstico y tratamiento de los pacientes con cáncer con el propósito de salvar vidas y propiciar una mejor calidad de vida. Con ese objetivo el tratamiento que se emplea en muchas de estas enfermedades dependen del

tipo histológico de la enfermedad, de la localización, de su estadiamiento y sobre todo de la intención del tratamiento en función de los aspectos anteriormente mencionados. De forma general existen tres tipos de tratamiento, el quirúrgico, quimioterapéutico y la radioterapia con todas sus variantes, el empleo de estos lo decide el oncólogo después de realizar las investigaciones necesarias sobre cada paciente.

En el servicio de radioterapia de la ciudad de Matanzas se utiliza el sistema AMEPLAN para el cálculo de dosis en los tratamientos radioterapéuticos. Este sistema permitió un avance tecnológico en el momento de su implantación, porque redujo el tiempo de cálculo del dosimetrista, como limitante fundamental de este sistema es que su forma del cálculo es en una sola dimensión, despreciando los efectos presentes en todo el volumen irradiado, con excepción de algunas concesiones en la determinación de dosis en el módulo de campos irregulares, que tiene en cuenta el efecto de puntos seleccionados circundantes. En el AMEPLAN se planifica sobre maniqués ya sean humanos (estandarizados según el prototipo de hombre europeo) o con formas geométricas predeterminadas similares a contornos de la estructura humana.

Recientemente se han implantado sistemas de planificación dosimétrica en 3 dimensiones (3D), los que constituyen un avance cualitativo en el procesamiento del cálculo de dosis debido a que se planifica directamente sobre el paciente y permiten la visualización de los órganos a irradiar, así como los de riesgo y el efecto de las radiaciones en 3D.

La radioterapia constituye una de las armas terapéuticas básicas para el tratamiento de los tumores malignos; entre un 60 y 70 % de ellos son irradiados ya sea con intenciones curativas o paliativas, los objetivos de los tratamientos radiantes son el llevar una dosis adecuada, y lo más homogénea posible al volumen tumoral, con la finalidad de conseguir el mayor daño a las células tumorales, preservando los tejidos sanos de forma tal que el paciente consiga la mayor sobrevida posible.

El tratamiento de un tumor mediante radiaciones ionizantes es un proceso continuo con etapas bien diferenciadas. Estas incluyen el diagnóstico y la localización del tumor, la decisión sobre la estrategia de tratamiento, la simulación, la planificación, la verificación del tiempo (o unidades de monitor), la verificación de los campos de radiación previstos, la administración de la dosis y el registro del tratamiento.

La planificación computarizada es un componente fundamental dentro del proceso de tratamiento, aquí se selecciona la energía y modalidad de tratamiento, se calculan los tiempos para impartir la dosis prescritas, se analizan las distribuciones de dosis, y la cantidad de radiación que pueden recibir los órganos de riesgo, se analizan la suma de las dosis relativas provenientes de los diferentes haces, teniendo en cuenta la dosis de los mismos en la superficie del paciente, optimizándose el peso de cada haz para lograr la mínima dosis en piel posible; en la planificación los datos de salida deben ser claros y precisos, e incluir la distribución de isodosis en forma gráfica siempre que sea posible.

El objetivo de este estudio fue mostrar las diferencias que existen en el empleo del sistema AMEPLAN y el de planificación en 3D.

Metodología.

En la investigación se realizaron cálculos de dosis con ambos sistemas de planificación utilizándose las técnicas empleadas en el control anual y en las pruebas de comisionamiento por cambio de fuente, efectuándose mediciones de dosis impartidas en cada caso. En una segunda etapa se realizaron planificaciones sobre pacientes ideales con patologías que permitieran el uso de algunas de las técnicas empleadas en el departamento de radioterapia de matanzas, se recogieron los datos y analizaron sus resultados.

Se utilizaron los siguientes instrumentos:

1. Electrómetro PTW UNIDOS modelo 10002.
2. Cámara de ionización PTW 30001.
3. Barómetro AIR-HB-1^a
4. Termómetro de mercurio para fuente de referencia de resolución 0,1C
5. Maniquí de profundidad fija PTW modelo T41014.
6. Cable de extensión para cámara de ionización.
7. Sistema de cálculo AMEPLAN.
8. Sistema de cálculo Winplt 3D
9. Computadoras del servicio de radioterapia de Matanzas.
10. Fuente de cobalto 60 con rendimiento de referencia $D_w = 278,11 \text{ cGy/min}$ a 0,5 cm en un campo 10x10 a DFS el 26/11/2007.
11. Programa de cálculo estadístico Version 5 STATGRAPHICS.

Se realizó la determinación de la dosis utilizando las técnicas de tratamiento que se muestran en la tabla 1 sobre maniquí de profundidad fija, en esta tabla se muestra la relación de campos a calcular y medir en cada sistema dosimétrico.

Tabla 1, Relación de campos calcular y medir por cada sistema dosimétrico

tecnica	CD Prof=5 cm	Caja isocentrica Prof =5 cm en campo anterior	CD con 40° de < del gantry. Prof =5 cm	Campos contrapuestos a 5 cm profundidad en campo	CD con 40° de < del gantry. Prof =5 cm	CD con 40° de < del gantry. Prof =5 cm	CD con 40° de < del gantry. Prof =5 cm	CD con 40° de < del gantry. Prof =5 cm	CD con 40° de < del gantry. Prof =5 cm	CD con 40° de < del gantry. Prof =5 cm
DFI	10x10	AP 10x10 LL 6x6	10x10	campo 6x6	10x10 con cuña 15° en sentido de las x	10x10 con cuña 30° en sentido de las x	10x10 con cuña 45° en sentido de las x	10x10 con cuña 15° en sentido de las y	10x10 con cuña 30° en sentido de las y	10x10 con cuña 45° en sentido de las y
DFS	10x10		10x10							

Fuente: Elaboración propia

Breve descripción de ambos sistemas de planificación:

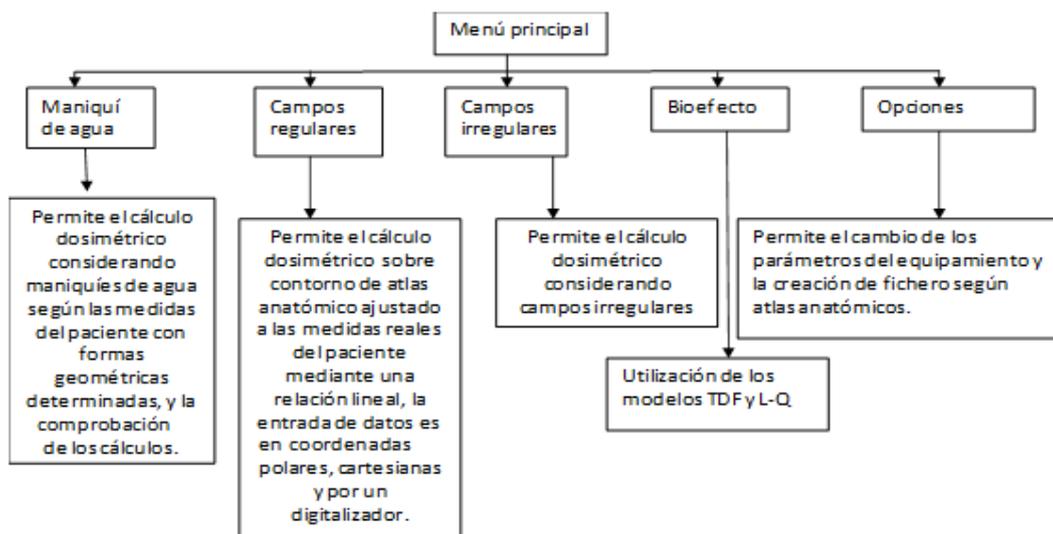
El AMEPLAN fue elaborado en el año 1990, por físicos médicos del Hospital Hermanos Amejeiras y profesores de la Facultad de Ciencias y Tecnologías nucleares de la

Universidad de la Habana, en la etapa donde los sistemas de planificación no incluían herramientas en manejo de imágenes, y a la vez no existían computadoras con la capacidad de memoria, ni velocidad de procesamiento como en la actualidad. Este programa se basa en empleo del Método TMR-SMR (relación de dosis máxima en un punto con la relación de dispersión máxima en el mismo) partiendo de medidas de PDD (porcentaje de dosis en profundidad) para el cálculo de dosis, este programa se ha mejorado con algunas actualizaciones en la medida que ha sido posible, su sistema de cálculos se realiza según (Gunilla C Bentel .Clinical Associate Departamet of radiation oncology Duke University Medical Center Durham, 1996); (JR, 1984) (Ervin B Podgorsak, 2003); (KHAN, 1994). (P.Andreo, 1997) (Hesse, 2004). (C & Rancoita, 2009), (Brosed, 2011). El AMEPLAN brinda las siguientes posibilidades:

- Realizar corrección por irregularidad del tejido (inhomogeneidad, utilizando el método de recorrido equivalente o efectivo).
- Corrección por irregularidad de superficie del paciente (Se utiliza el procedimiento conocido como Método de la distancia fuente superficie efectiva en el que se procede a ajustar los valores de rendimiento en profundidad calculados para una DFS estándar de la unidad en el punto considerado por el inverso al cuadrado de la distancia, este método tiene en cuenta el tamaño del haz y la profundidad del punto).
- Corrección por interposición de cuñas.
- Corrección por decaimiento de la fuente de Co 60.
- Combinación de energía de la radiación.
- Análisis de perfiles y penumbras del haz.
- Posibilidades de tratamiento a DFS (distancia fuente superficie) y a DFI (distancia fuente isocentro) introduciendo los datos anatómicos del paciente a través de 4 opciones diferentes; atlas anatómicos un (standard-man), coordenadas polares de contarse con un simulador de tratamiento, coordenadas cartesianas (x,y), ficheros creados por un digitalizador previamente contorneados.
- Permite la utilización de técnicas estandarizadas con campos irregulares como son: la de manto, Y invertida irradiación abdominal con bloqueo posterior de riñones y medula y otros órganos de riesgo.
- Se puede realizar el cálculo de tratamientos equivalentes en base a modelos de ajuste de dosis considerando los valores de Alfa /Beta, para cada órgano y esquema de tratamiento
- Se pueden ver los perfiles de dosis coronal y sagital en la planificación, (Steel, 1997) . (Joiner & Van der kogel, 2009) (P Mayles, A Nahum, & JC Rosenwald, 2007)

El principal problema del AMEPLAN radica en el caso en que las condiciones de dispersión difieran significativamente de las condiciones en las que fueron medidos los datos de haz de radiación. El AMEPLAN cuenta con 5 bloques de procesamiento. La figura 1 muestra el bloque de cálculo del AMEPLAN.

Fig. 1 Bloque de cálculo del sistema AMEPLAN



Fuente: Elaboración Propia

El cálculo mediante maniquíes de agua se realiza en 1D, pero puede visualizarse en un plano en dependencia del tipo de maniquí que se utilice por eso suele decirse que el cálculo es en 1,5 D.

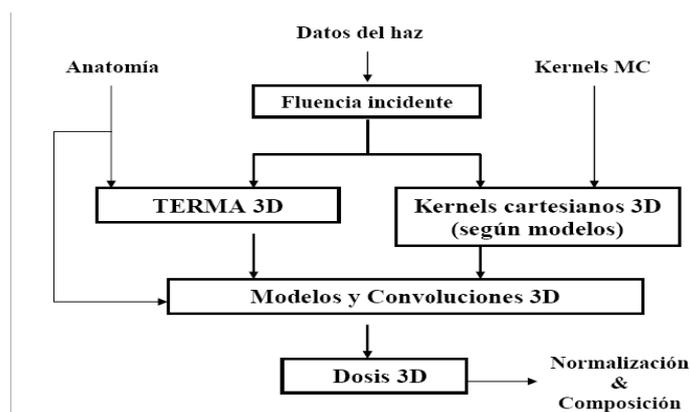
Con respecto al bloque de campos regulares se permite en mayor medida más acercamiento al valor real de dosis, aunque las referencias de los parámetros de entrada son a partir de un modelo de hombre europeo, las que difieren de la realidad en gran medida por lo que la incertidumbre con respecto a la dosis aumenta considerablemente. En este caso el cálculo físico continua en una dimensión, aunque pueden visualizarse en un plano las líneas de isodosis en la planificación. Se pueden realizar cálculos de campos irregulares en el bloque de los cálculos irregulares, pero aún se sigue sin tomar en cuenta el efecto volumétrico de la radiación.

Se utiliza el modelo lineal cuadrático para el cálculo de la dosis biológica equivalente en el caso de interrupción del tratamiento o cambio de esquemas de los mismos. (Steel, 1997)

Sistema de cálculo WinPlt-3D.

El método de cálculo implementado en el sistema WinPLT-3D es el comúnmente llamado Método de Convolución. Innumerables publicaciones e implementaciones prácticas recientes han demostrado que es la alternativa de cálculo más eficiente a la fecha, porque ofrece una calidad en los resultados significativamente más precisa que por los métodos tradicionales y brinda una mejor performance en relación a los tiempos de cálculo requeridos.

Figura 2: Representación del sistema de cálculo WINPLT



Fuente: Manuales técnicos del programa Winplt

Las características del método de convolución lo convierten en un método más analítico que sus predecesores, y esto redundando en su adaptación a diferentes equipos y a diferentes situaciones prácticas. Los métodos anteriores generalmente basan su principio en un cálculo de deformación y corrección de las distribuciones de dosis previamente medidas en fantasmas homogéneos, las cuales están indefectiblemente asociadas a cada tipo de haz que se utiliza y a cada uno de los modificadores estándares.

En el método de convolución superposición (CVSP), el cálculo de dosis se realiza computando la integral en el espacio de la energía puesta en juego por fotones primarios (TERMA) multiplicada por funciones de dispersión punto a punto. Estas funciones comúnmente denominadas “kernels” relacionan la energía que siendo liberada por fotones primarios en un punto del medio es finalmente absorbida por unidad de masa en otro punto. El método de convolución toma cuenta del rango de electrones secundarios por lo que brinda mejores resultados en áreas de marcado desequilibrio electrónico. (Oelfke, 2004) (Brosed Serreta & Millan Cebrian, 2013)

El cálculo del TERMA se realiza (con muy alta resolución) básicamente a partir de la fluencia incidente de fotones, utilizando el coeficiente de atenuación lineal del medio y la ley inversa del cuadrado de la distancia. La mencionada fluencia incidente (fluencia de fotones del haz) es modelizada a partir de los datos del campo y mediante parámetros adicionales (ajuste del equipo) tales como, espectro energético, datos de la colimación (fuente no puntual, distancia fuente-colimadores), efecto del filtro aplanador (gradiente radial) modificadores o bloques.

Los kernels se calculan a partir de núcleos de dispersión pre-calculados por Monte Carlo en agua para las distintas componentes de dosis con gran resolución angular y radial y para un rango extenso de energía. Dichos kernels son integrados en matrices cartesianas y afectados por múltiples modelos de corrección para contemplar efectos como divergencia de haz o heterogeneidad del medio.

El método se basa en obtener la distribución de dosis realizando una “convolución” de la energía liberada en cada punto del espacio con la función que expresa la dispersión de esa

energía hasta su efectiva absorción en el medio. En términos matemáticos lo mencionado se expresa con la ecuación:

$$D(r) = \int_V \Phi(r') \cdot K(r; r') \cdot dV'$$

Siendo:

D (r): dosis en el punto r,

$\Phi(r')$: “TERMA” o energía liberada en el punto r’ por los fotones primarios

K (r; r’): “Kernel” que describe la energía liberada en r’ resulta efectivamente absorbida en el punto r por unidad de masa.

La integral presentada resulta efectiva en todo el volumen V’ (o espacio de r’) de interacción de los fotones incidentes.

El TERMA $\Phi (r')$ es la energía liberada por fotones primarios y contabiliza el total de energía puesta en juego por tales fotones en su primera interacción (suma de fotones secundarios, electrones).

El hecho de tratar por separado cada componente de dosis (dosis primaria, first-scatter, múltiple-scatter, bremsstrahlung) y la aplicación de modelos correctivos, significa la necesidad de computar múltiples convoluciones para cada cálculo de dosis en una banda de energía. Todos los procesos son repetidos para cada banda del espectro considerado.

Realización de la primera fase del trabajo

1. Cálculo dosimétrico en los dos sistemas de planificación según los campos propuestos a realizar en función de las técnicas concebidas.
2. Medición con el set dosimétrico de cada uno de los esquemas previstos colocándose los equipos de medición y equipo de cobalto según los esquemas previstos.
3. Lectura de la dosis para cada caso.
4. Comparación de los resultados medidos con los calculados por los sistemas dosimétricos.

Realización de la segunda fase del trabajo

1. En la segunda fase del trabajo se realizaron dos cálculos dosimétricos en ambos sistemas, simulando una patología de cuello de útero y simulando una patología de recto, los cálculos se realizaron sobre maniqués del atlas anatómico, con iguales características en cada caso.
2. Para introducir los datos en el Winplt se construyeron maniqués con forma similar a las del atlas anatómico, considerando la heterogeneidad del medio con los mismos valores de densidad que los utilizados en el cálculo del

AMEPLAN de forma tal que las condiciones de cálculo en ambos sistemas fueran semejantes.

Resultados.

Se realizaron cálculos de tiempo para una dosis prevista de tratamiento en todos los casos de 200cGy con iguales dimensiones y características que los establecidos para los casos pruebas vistos anteriormente en ambos sistemas dosimétricos, se utilizó el maniquí de profundidad fija y el set dosimétrico de la unidad, pudiendo obtener las dosis reales por ambos sistemas de cálculo dosimétricos. En la tabla 2 se presenta el resultado de las mediciones en ambos sistemas dosimétricos.

Tabla 2: Resultados de dosis medidas para el tiempo calculado en cada sistema dosimétrico

Casos analizados	Dosis Medidas para tiempo obtenido según de sistema AMEPLAN (cGy)	Dosis Medidas para tiempo obtenido del sistema Winplt (cGy)	Discrepancia e/n Winplt y AMEPLAN(cGy) %
Campo directo a DFS 10x10 5cm de Prof.	199.10	199.52	-0.21
Campo directo a DFI 10x10 5cm de Prof.	199.14	199.35	-0.1
Campos contrapuestos 6x6 a DFS	199.42	199.56	-0.5
Campos contrapuestos 6x6 a DFI	199.74	199.78	-0.5
Caja isocentrica AP(10x10) LL(6x6)	199.75	199.84	-0.04
Campo 10x10 angulado a 40°	199.74	201.02	0.6
Campo 10x10 con filtro de 15° angulado a 40° CW	199.58	201.2	0.8
Campo 10x10 con filtro de 30° angulado a 40° CW	197.22	199.02	-0.9
Campo 10x10 con filtro de 45° angulado a 40° CW	198.33	199.25	-0.46
Campo 10x10 con filtro de 15° angulado a 40° CCW	199.56	199.60	-0.02
Campo 10x10 con filtro de 30° angulado a 40° CCW	196.57	197.24	-0.33
Campo 10x10 con filtro de 45° angulado a 40° CCW	197.98	198.02	-0.02

Fuente: elaboración propia

Las 12 lecturas de dosis obtenidas estuvieron entre valores de 196.57 - 199.75 cGy en el AMEPLAN y entre 197.24 a 201.2 en el Winplt desde el punto de vista estadístico se obtuvieron los siguientes datos:

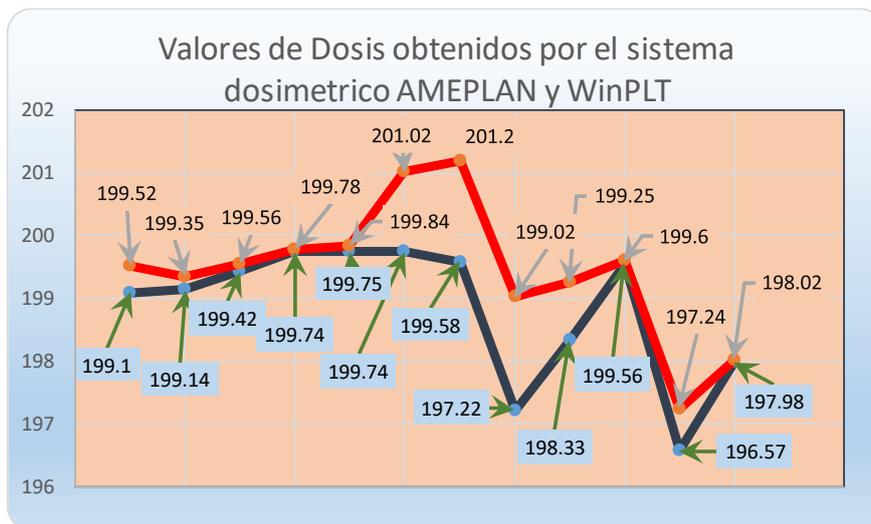
Tabla 3 Resultados estadísticos de las mediciones

VARIABLES	AMEPLAN	WINPLT-3D
VALOR MEDIO	198,84	199,44
DESVIACIÓN MEDIA	0,8794	0,7214
DESVIACIÓN ESTÁNDAR	1,078	1,085
VALOR ESPERADO	200	200

Fuente: Elaboración propia

En las dosis medidas según tiempo calculado por el Winplt, se observaron valores ligeramente mayores y muchos más cercanos a la dosis prescrita que con respecto a los leídos por el AMEPLAN, lo que indica resultados alentadores ya que favorece la calidad de los tratamientos radioterapéuticos.

Grafico 1 Resultados gráficos de las mediciones de dosis realizadas por ambos sistemas.



Fuente: Elaboración propia

En el grafico anterior vemos representativamente cómo se comportan los valores de dosis medidos en ambos sistemas, mostrando en todo momento una lectura mayor en el caso de los tiempos calculados por Winplt.

En la segunda fase del trabajo se calcularon dos patologías una de cuello uterino y otra de recto para estándares de hombre europeo según el atlas del sistema AMEPLAN. En el caso de cuello de útero se empleó una técnica en caja isocéntrica, con disminución de

la x en los campos laterales y en el caso de la patología de recto, se empleó un campo anterior con dos oblicuos con cuña de 15° para compensar la diferencia de superficie. Se crearon maniqués similares a los del AMEPLAN para introducirlo en el sistema Winplt y poder hacer los cálculos en iguales condiciones considerando los valores de densidades iguales a los del sistema AMEPLAN.

Las figuras 3 y 4 se muestran las isodosis obtenidas después de optimizar la distribución de los pesos de los haces de tratamiento en función de las técnicas empleadas en el sistema AMEPLAN.

Figura 3. Curvas de Isodosis en la planificación de un tratamiento de cuello de útero por el sistema AMEPLAN

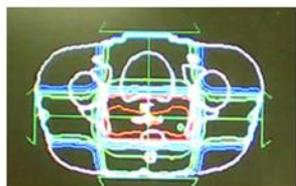
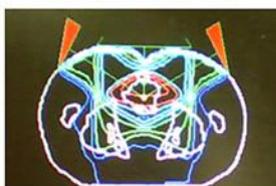


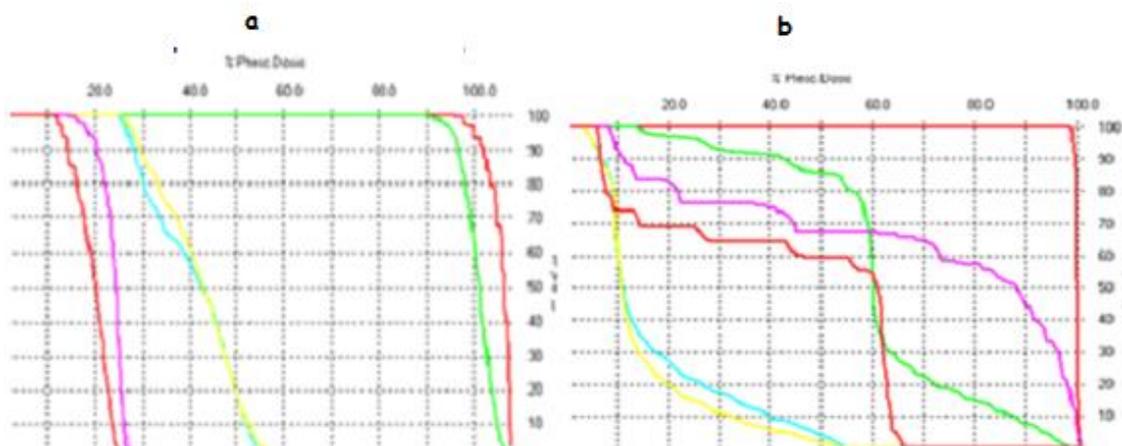
Figura 4. Curvas de Isodosis en la planificación de un tratamiento de recto por el sistema AMEPLAN



Fuente: Elaboración propia

Se observa que la información es un solo plano y en cada caso las curvas de 100% engloban el punto ICRU de tratamiento, no obstante, no se puede saber su comportamiento en todo el volumen del órgano, solo en el plano en el cual se selecciona para la planificación dosimétrica.

Figura 5 Histograma Dosis Volumen en las mismas patologías mostradas en las figuras 3 y 4, pero calculadas esta vez por el sistema Winplt (a-recto) (b-cuello de útero)



Fuente: Elaboración propia

El histograma dosis volumen muestra la cantidad de dosis que recibe no solo el punto ICRU sino también los órganos circundantes permitiendo al radioterapeuta tener una idea de cuan efectivo ha sido dicho tratamiento, teniendo en cuenta el principio de la mayor dosis posible al tumor y la menor dosis posible a los órganos de riesgo. En este caso

vemos que cada órgano al cual se le prescribió la dosis de 200 cGy recibe prácticamente el 100% de la dosis prevista.

Figura 6 Datos de salida en el sistema AMEPLAN

Campo	X	Y	RF3	Brazo Colim.	Bloq.	Filtro	Código	Peso	Tiempo	Energía
1	100	100	725	0	0	0	No	25	8.32	1.2 No
2	100	50	693	90	0	0	No	23	8.30	1.2 No
3	100	100	749	100	0	0	No	29	8.33	1.2 No
4	100	50	691	770	0	0	No	23	8.37	1.2 No

Fuente: Elaboración Propia

En las figuras anteriores se muestra la forma en que se presenta la información después del cálculo de dosis, en el AMEPLAN se pueden observar las curvas de isodosis representadas en un plano y la salida de datos necesarias para posicionamiento del paciente e impartición de dosis, en el caso del WinPlt se puede ver la representación de la visualización del tratamiento como si fuera directamente sobre el paciente en toda su extensión.

Con el cálculo del Winplt la información sobre la dosis recibida es en todo el volumen del órgano, no solo en un punto, la salida de datos permite hacer un análisis de la cantidad de radiación que recibirán los órganos involucrados en el tratamiento, tanto el volumen tumoral como los órganos de riesgo. Además de visualizar planos en cortes axiales sagitales y coronales con las líneas de isodosis en cada corte seleccionado para el análisis.

En los histogramas dosis volumen de las patologías calculadas en la segunda fase del trabajo, se puede visualizar el % de dosis que recibe el órgano que interesa irradiar y los que están circundantes de forma tal que se pueda tomar la mejor conducta para el tratamiento.

En los cálculos realizados por el Winplt se alcanzaron tiempos ligeramente mayores a los obtenidos por el AMEPLAN sobre todo en los tiempos donde estaban involucrados estructuras óseas y esto es evidente debido a que aumentan los valores de densidad en el volumen analizado. En esta fase, aunque no fueron medidos experimentalmente por no contar con un maniquí adecuado para esas mediciones, los resultados son explicables y están relacionados con los que se obtuvieron desde el punto de vista experimental en la primera fase del trabajo.

Conclusiones.

- Con la utilización de sistemas de cálculos en 3D, la aproximación a la dosis prescrita por el especialista se aproxima más a la realidad porque aporta información anatómica de imágenes de TAC y posibilita definir varios volúmenes de tratamiento y órganos de riesgo.
- El AMEPLAN tiene limitaciones porque solo emplea atlas anatómico como aproximación de la anatomía humana, el algoritmo de cálculo en 1D con correcciones por superficie y heterogeneidades y solo se da reporte de dosis en puntos.
- La posibilidad de contar con sistema de planificación en 3D para uso docente, consolidaría el conocimiento en dosimetría para los futuros graduados de esta especialidad.

Referencias bibliográficas.

- Brosed Serreta, A., & Millan Cebrian, E. (2013). *Fundamentos de Física Médica. Volumen 4. Radioterapia externa II. Dosimetría clínica, algoritmos de cálculo, sistemas de planificación y control de calidad.* Andalucía: ADI Servicios Editoriales.
- Brosed, A. (2011). *Fundamentos de física medica. Volumen I. Medicion dela radiacion.* Andalucía: ADI. Servicios Editoriales.
- C, L., & R. P. (2009). *Priciples of radiation interaction in matterand detection. 2 edition.* singapur: World scientific.
- Ervin B Podgorsak, P. (2003). *Review of radiation oncology physics : A Handbook for teachers and students.* viena Austria: IAEA .viena Austria.
- Gunilla C Bentel .Clinical Asociate Departamet of radiation oncology Duke University Medical Center Durham, N. C. (1996). *Radiation Therapy Planning,2/e.* North Carolina: McGraw-Hill Health Professions Division.
- Hesse, D. B.-M. (2004). Physical Aspects of external Photon Beams I. *1st Summer School for Medical Physics* (pág. 64). Santago de chile: DKFZ German cancer research center.
- Joiner, M., & Van der kogel, A. (2009). *Basic Clinical Radiobiology. fourth edition.* London NW. USA: HODDER ARNOLD.
- JR, J. H. (1984). *The physics of radiology. fourth edition.* Illinois USA: Charles C Thomas publisher.
- KHAN, F. (1994). *The physics of radiation therapy.* Baltimore, Maryland.USA: Williams and Wilkins.

- Oelfke, U. (2004). Physical aspects photon beams II. Dose calculation. *Summer School Santiago, 24.11.2004* (pág. 74). Heidelberg. Germany: DKFZ.Heidelberg.
- P Mayles, A Nahum, & JC Rosenwald. (2007). *handbook_of_radiotherapy_physics_theory_and_practice.Capitulo 6,7,8*. New York. USA: Taylor and Francis Group.
- P.Andreo. (1997). *COLECCIÓN DE REPORTES TECNICOS No. 398.Código Internacional de Práctica para Dosimetría*. Vienna, Austria: Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Steel, G. G. (1997). *Basic Clinical Radiobiology. Second Edition*. New York USA: ARNOLD.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

González Rodríguez, C. de los Ángeles, Torres Hernández, A., & Torriente Díaz, D. (2021). Evaluación de los tratamientos radioterapéuticos con diferentes sistemas dosimétricos . ConcienciaDigital, 4(3), 111-125.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1770>



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

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



Transición de la prensa en el Ecuador desde 1906 hasta 2016, caso práctico diario El Comercio



Newspaper transition in Ecuador from 1906 to 2016, daily case study El Comercio

Ana Lucía Rivera Abarca.¹, Héctor Oswaldo Aguilar Cajas.², Heidy Elizabeth Vergara Zurita.³ & Erika Nataly Alvarado Ramos.⁴

Recibido: 12-05-2021 / Revisado: 23-05-2021 / Aceptado: 16-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1775>

Introduction: El Comercio is an Ecuadorian newspaper that is 115 years old in the market. It is an independent newspaper that has evolved together with printing, technology, communication and the market. The Commercial Group in 2006 published a book in which it collects the first page of its publications for 100 years. **Objective:** The objective of this research is to determine the evolution of the newspaper El Comercio by applying the fundamentals of diagraming and composition to identify the handling and accommodation of text and image on the cover of its publications in these 110 years of history. **Methodology:** The qualitative methodology based on an observation sheet has been used, 14 publications are analysed, considering: the date of publication, the format (descriptive graph applying a grid), the fundamentals: typography, colour and composition; the grid elements and a conclusion of the analysis carried out. **Results:** As a result, it is evident that each publication has its quality as the type of grid, the use of the typography, the color, the organization and distribution of the information that adapts to

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera de Mercadotecnia, Chimborazo, arivera@epoch.edu.ec, <http://orcid.org/0000-0003-2594-2486>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera de Diseño Gráfico, Chimborazo, haguilar@epoch.edu.ec, <http://orcid.org/0000-0002-2112-6492>

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Carrera de Diseño Gráfico, Chimborazo, heidy.vergara@epoch.edu.ec, <http://orcid.org/0000-0002-6573-2339>

⁴ Universidad Estatal de Bolívar. Carrera de Turismo, Chimborazo, enalvarado@ueb.edu.ec, <http://orcid.org/0000-0002-0163-633X>

the necessity of the time when it was published. **Conclusion:** It can be concluded that since the first publication has worked on an organized and functional composition, the fundamentals of design are used in one of them, the use of typography, color and composition transcends to organize and hierarchize each compositional element used, it is evident the evolution until 2016 that reaches a functional publication for both a printed medium and a digital medium.

Keywords: evolution, layout, composition, typography, color, newspaper.

Resumen.

Introducción. El Comercio es un diario ecuatoriano que tiene 115 años en el mercado, es un periódico independiente que ha evolucionado junto con la imprenta, la tecnología, la comunicación y el mercado. El Grupo el Comercio en el año 2006 publicó un libro en el que recoge la primera página de sus publicaciones durante 100 años. **Objetivo:** Determinar la evolución del diario El Comercio mediante la aplicación de los fundamentos de la diagramación y la composición para identificar el manejo y acomodo de texto e imagen en la portada de sus publicaciones en estos 110 años de historia. **Metodología:** Se ha empleado la metodología cualitativa basado en una ficha de observación se analizan 14 publicaciones, considerando: la fecha de publicación, el formato (gráfico descriptivo aplicando una retícula), los fundamentos: tipografía, color y composición; los elementos de retícula y una conclusión del análisis realizado. **Resultados:** se evidencia que cada publicación tiene su cualidad como el tipo de retícula, el uso de la tipografía, el color, la organización y distribución de la información que se adapta a la necesidad de la época en la que fue publicada. **Conclusión:** Se puede concluir que desde la primera publicación se ha trabajado en una composición organizada y funcional, se utiliza los fundamentos del diseño en una de ellas, el uso de tipografía, color y composición trasciende para organizar y jerarquizar cada elemento compositivo utilizado, es evidente la evolución hasta el 2016 que llega a una publicación funcional tanto para un medio impreso como para un medio digital.

Palabras claves: evolución, diagramación, composición, tipografía, color, diario.

Introducción.

Las primeras páginas de un diario son el testimonio más idóneo del transcurrir de la historia, son percepciones inmediatas que obedecen a los sucesos de cada día, que son transmitidos a quien debe conocer lo que sucede en su ciudad, en el país y en el mundo, es decir el pueblo. Estos portales informativos son desarrollados por periodistas, fotógrafos, diseñadores y editores bajo la percepción de un director o directora, cuya experiencia permite otear el horizonte y contextualizar el producto que diariamente se entrega al lector.

Desde los inicios se ha buscado organizar los textos e imágenes en diferentes soportes, y con la evolución de los medios impresos, se da también una transición del uso y acomodo de dichos elementos hasta la actualidad.

Esta actividad involucra varios conocimientos referentes al diseño: ya que los textos y las imágenes que son los elementos que componen este tipo de medios deben ocupar un espacio, una jerarquía, una forma, un color, etc. Trasladando de esta forma el periodismo a la composición de la página, integrando los conocimientos de tipografía y creación de imágenes con los diversos canales que ofrecen las publicaciones digitales y las técnicas de impresión modernas.

Materiales y métodos:

Fundamentación Teórica

Evolución de los medios impresos

La importancia de los medios impresos se da desde que la humanidad busco la forma de comunicarse de una manera mas efectiva, mediante la impresión o transcripción de información, se considera que en China se dan los inventos que marcan la evolución de la página impresa: en el año 105 se inventó el papel, en el año 770 comienza a imprimirse en relieve, en el año 868 el primer libro impreso “EL SUTRA DEL DIAMANTE” mediante bloques de madera, a principios del siglo XV en Europa los escritores profesionales se unen a los monjes para la creación de libros y en el año de 1450 el orfebre Johannes Gutenberg inventa los tipos móviles (tipos fundidos o metálicos) y cinco años más tarde los emplea para comenzar a imprimir la tirada de 180 ejemplares de la llamada Biblia de Guterberg o Biblia de 42 líneas. En el año 1457 Gazzete, considerado el primer periódico impreso, que se imprime en Núremberg, Alemania. Aparece también el primer ejemplo de impresión a color con el Mainz Psalter, de Johna Fust y Peter Schöffer.

La introducción de la imprenta en América del Sur fue el instrumento material y técnico que abrió la puerta al desarrollo del periodismo escrito y la fundación de los primeros periódicos. El historiador José Antonio Benítez sitúa en Perú el primer periódico de América del Sur, seguido de los primeros periódicos de Colombia y Ecuador, a finales del siglo XVIII. (Universidad Técnica Particular de Loja, 2012)

Después de estos años se ven grandes evoluciones de los sistemas de impresión, el uso de color, la tipografías, las ilustraciones, la taquigrafía, gran tiraje, impresión en planchas de 4 colores, los periódicos, los grabados, maquina de escribir, litografía offset, mejora la calidad de impresión con nuevas maquinas, linotipia, mejora la composición tipográfica, fotocopiado, revistas especializadas y locales, creación de ordenadores, interfaz gráfica de usuario, programas de autoedición, fotografías a color en mayorías de medios impresos como el New York Times, el uso de la pág. web en periódicos, e-book, uso de Tablet, multiplicación de revistas independientes debido al bajo costo de producción. Estas son algunas de las innovaciones que han hecho de los medios impresos y ahora digitales evolucionen, considerando los medios, el merado, la economía, etc.

Diseño Editorial

El diseño editorial es un campo correspondiente al diseño gráfico que está destinado a la maquetación y composición estética de distintos elementos gráficos, para obtener medios

impresos y digitales funcionales, tienen como finalidad transmitir un mensaje claro y preciso al grupo objetivo al cual está dirigido.

Lo que pretende el diseño editorial es: “Diseñar obras y difundirlas, comunicar eficientemente unas ideas a través de unas tipografías, colores, formas y composiciones que muestren una relación inequívoca del contenido que contiene” (Zanón, 2004, p.24).

Un proyecto editorial se ve inmerso en un proceso de continuo cambio, por ello un “proyecto editorial puede ser entendido como todo aquel conjunto de actuaciones, interrelacionadas y coordinadas, que tiene lugar alrededor de la edición de un contenido que puede resultar de interés para un determinado número de personas” (Gálvez, 2016, p.13)

Fundamentos de la Diagramación

“La diagramación, también llamada maquetación, es el proceso y el resultado de ordenar o distribuir los contenidos que integran cada una de las páginas de un periódico: textos, imágenes y publicidad” (López R, 2012)

Dentro de los fundamentos de la diagramación se deben considerar los fundamentos del diseño considerando: la tipografía, el color y la composición. Con el conocimiento de estos fundamentos se puede diseñar y diagramar un medio impreso o digital.

Considerando de esta forma que **la tipografía** – “técnica de componer distintos tipos para crear mensajes” (Jiménez A, 2016), va a comunicar de una forma más o menos atractiva cualquier texto, independientemente de su nivel de lectura, pero ante esta premisa se debe establecer características de la clasificación tipográfica serif y sans serif, o tipografías más elaboradas como las rotuladas y las decorativas, además para utilizar las tipografías en diferentes textos se debe considerar la medida, el grosor, el ancho y la inclinación que pueden diferenciar un texto primario, secundario, terciario y complementario, en la escritura de párrafos el kerning, el tracking, las alineaciones y las sangrías pueden lograr que los textos se oxigenen y den mayor legibilidad. Buscando de esta forma un orden visual y facilitar la lectura. “Se entiende por composición el proceso en que los caracteres tipográficos son dispuestos en la línea de texto con intención de asegurar un orden visual y facilitar la lectura” (Jiménez A, 2016).

El color es el elemento que se ha vuelto indispensable a la hora diseñar cualquier medio sea impreso o digital, la forma como el color se puede aplicar: color denotativo – representación o realismo (icónico, saturado, fantasioso), connotativo – emotividad o carisma (simbólico, psicológico, estético) y esquemático – funcional y codificación (emblemático, señalético y convencional), de tal forma que el color aplicado ya sea en gráficos, textos, fondos, manchas de color, etc. tengan un significado para el lector o sea una conexión entre la información y el mensaje.

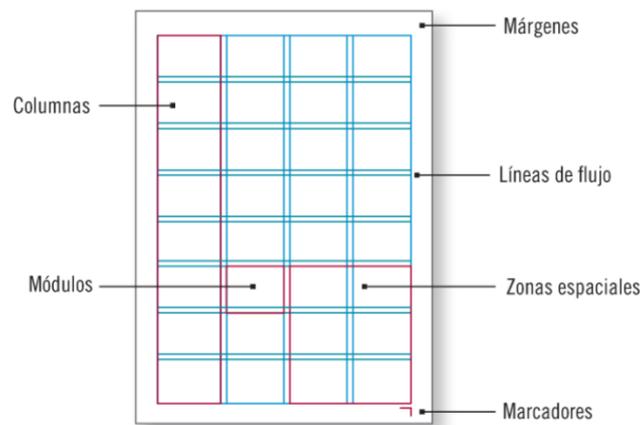
La composición debe considerar la jerarquía, la tensión, equilibrio y el ritmo, como normas compositivas que puede ayudar a distribuir gráficos, manchas de color, fondos, filetes, gráficos, textos que son los elementos compositivos de pág.

La construcción de una maqueta básicamente se trata de organizar el trabajo, lograr que fluya la comunicación y facilitar el manejo de la publicación al usuario. De ahí la importancia de que se cree una retícula que cumpla con las especificaciones y requerimientos de la publicación. (Zappaterra y Caldwell, 2014)

Retícula

La retícula es un conjunto de líneas, verticales y horizontales, que se reparten en una página cuya función es ayudar a ordenar y organizar los elementos gráficos. Las retículas evitan la distribución aleatoria de los elementos y aseguran una coherencia global de la maquetación. Este orden nos asegura que la información sea transmitida con claridad, relevancia y legibilidad. (Estrada, 2011)

Los elementos de retícula parten desde el formato que será la superficie donde se realizará la retícula, considerando un formato libre o normalizado, referente a las medidas estas dependen del fin del proyecto, de la cantidad de información, del medio.



Fuente: Mariscal Romero, M. (2015).

Elaborado por: Los autores

Elementos compositivos de página

En el momento de diseñar y diagramar una página se debe considerar varios elementos que ayudan a que la información pueda ser interpretada, contada y organizada como:

ELEMENTOS COMPOSITIVOS DE PÁGINA



Fuente: Trabajo de Investigación
Elaborado por: Los autores

Metodología.

El método empleado es de carácter cualitativo, ya que esta investigación parte de la descripción de los fundamentos del diseño presentes en el diario El Comercio, dicho análisis se desarrolló por décadas desde el año 1906 hasta el año 1916, utilizando una matriz de análisis donde evidenciará el uso de los fundamentos de la diagramación y los elementos de retícula. Este análisis ayudará a evidenciar la evolución o transición que han tenido los medios impresos en el Ecuador, considerando hasta la última década con respecto a los medios digitales.

Resultados.

Análisis del diario el comercio desde el año 1906 – 2016

El diario el Comercio aparece en el año 1906 con su primera publicación impresa dando inicio a uno de los medios de comunicación en el Ecuador que ha evolucionado según las necesidades del medio, de tal manera que 90 años después el comercio hace su aparición en el internet de esa manera este diario sigue informando, ahora con el manejo de sus publicaciones en redes sociales. Se realiza un análisis gráfico de la primera pág. en un lapso de 110 años según su formato, fundamentos, elementos de retícula y conclusiones en cada período analizado. (Gonzales, M. 2016).

1. Diario el comercio – 1906

FECHA 17 de abril de 1906

FORMATO



	Tipografía	Color	Composición
FUNDAMENTOS	Encabezado: palo seco. Subtítulos: palo seco. Párrafos: romana.	Texto negro y uso de ilustraciones en la publicidad.	Jerarquía en el encabezado, organización en las columnas de texto, siendo una pág. simétrica y equilibrada.
ELEMENTOS DE RETÍCULA	Margen: mayor medida en el margen de corte, lomo; y pie por el texto adicional. Caja: vertical Columnas: 6 columnas regulares Filas: 3 filas regulares Medianil: regular corto Módulos: 18 irregulares		
Conclusión – Sistema de impresión	Al ser el primer ejemplar el sistema de impresión fue en una prensa manual, donde se evidencia la rigidez de los tipos móviles y armado manual.		

Tabla 1. Diario El Comercio – 1906

Fuente: Elaboración propia.

2. Diario el comercio – 1916

FECHA	1 de septiembre de 1916		
FORMATO			
	Tipografía	Color	Composición
FUNDAMENTOS	Encabezado: palo seco. Subtítulos: palo seco. Párrafos: romana.	Texto negro y uso de fotografías a un solo color.	Jerarquía en el encabezado y en la foto central, organización en las columnas de texto, siendo una pág. simétrica y equilibrada. Uso de filetes de jerarquización.
ELEMENTOS DE RETÍCULA	Margen: mayor medida en el margen de corte y lomo. Caja: vertical Columnas: 7 columnas regulares Filas: no posee Medianil: regular estrecho Módulos: 7 establecidos por las columnas		
Conclusión – Sistema de impresión	El sistema de impresión fue en una prensa manual, este sistema se mantiene por varios años. Este tipo de diagramación se mantiene por 20 años hasta febrero 1936		

Tabla 2. Diario El Comercio – 1916

Fuente: Elaboración propia.

3. Diario el comercio – 1936

FECHA 8 de marzo de 1936

FORMATO



	Tipografía	Color	Composición
FUNDAMENTOS	Encabezado: palo seco. Subtítulos: palo seco. Párrafos: romana.	Texto negro y uso de fotografías e ilustraciones a un solo color.	Jerarquía en el encabezado y en la ilustración central, modificación en la organización de los elementos compositivos en la retícula, creando un diseño mas complejo y separado por filetes para crear orden de lectura.
ELEMENTOS DE RETÍCULA	Margen: medidas iguales en los 4 márgenes. Caja: vertical Columnas: 8 columnas regulares Filas: irregulares Medianil: regular estrecho Módulos: varios módulos irregulares que se basan en las 8 columnas de la retícula		
Conclusión – Sistema de impresión	El sistema de impresión fue en una prensa manual, este sistema se mantiene por varios años.		

Tabla 3. Diario El Comercio – 1936

Fuente: Elaboración propia.

4. Diario el comercio – 1966

FECHA 27 de marzo de 1966

FORMATO



	Tipografía	Color	Composición
FUNDAMENTOS	Encabezado: palo seco. Subtítulos: romanas. Párrafos: romana.	Texto negro y mayor uso de fotografías a un solo color.	Jerarquía en el encabezado y de punto de tensión en las fotografías, se combinan las columnas para crear cajas de texto mas grandes, dando importancia a determinadas noticias.

ELEMENTOS DE RETÍCULA	<p>Margen: mayor margen en el corte y lomo.</p> <p>Caja: vertical</p> <p>Columnas: 8 columnas regulares</p> <p>Filas: irregulares</p> <p>Medianil: regular estrecho</p> <p>Módulos: varios módulos que varían su medida dependiendo de la extensión de la noticia.</p>
Conclusión – Sistema de impresión	<p>El sistema de impresión - prensa manual, este sistema se mantiene por varios años.</p> <p>Este tipo de diagramación se mantiene por casi 20 años.</p>

Tabla 4. Diario El Comercio – 1966

Fuente: Elaboración propia.

5. Diario el comercio – 1986

FECHA	29 de enero de 1986		
FORMATO			
FUNDAMENTOS	<p>Tipografía</p> <p>Encabezado: palo seco.</p> <p>Subtítulos: romanas.</p> <p>Párrafos: romana.</p>	<p>Color</p> <p>Texto negro y uso de fotografías de mayor tamaño a un solo color.</p>	<p>Composición</p> <p>Jerarquía en la fotografía principal por su medida, combinan las columnas para crear cajas de texto mas grandes, dando importancia a determinadas noticias y reduciendo la cantidad de noticias y creando un espacio específico para las noticias de otras páginas.</p>
ELEMENTOS DE RETÍCULA	<p>Margen: mayor margen en el corte y lomo.</p> <p>Caja: vertical</p> <p>Columnas: 6 columnas regulares</p> <p>Filas: 3 filas irregulares</p> <p>Medianil: regular estrecho</p> <p>Módulos: varios módulos de medidas diferentes según la extensión de la noticia y la medida de las fotos.</p>		
Conclusión – Sistema de impresión	<p>El sistema de impresión - prensa manual, la diagramación cobra un gran giro al utilizar las noticias mas importantes y que la lectura sea mas fluida ya que se evidencia una mejor organización en todos los elementos compositivos utilizados.</p>		

Tabla 5. Diario El Comercio – 1986

Fuente: Elaboración propia.

6. Diario EL COMERCIO – 1986 - 1993

FECHA 2 de junio de 1986 / 14 de septiembre de 1993

FORMATO



Tipografía

Color

Composición

FUNDAMENTOS

Encabezado: palo seco.

Subtítulos: romanas.

Párrafos: romana.

Texto negro, el uso del full color en la primera plana del periódico en las fotografías.

Jerarquía en el encabezado, al ser la primera edición de full color, las imágenes generan puntos de tensión en el lector, busca el equilibrio al utilizar las columnas o combinándolas para diagramar una sola noticia.

ELEMENTOS DE RETÍCULA

Margen: mayor margen en el corte y lomo.

Caja: vertical

Columnas: 6 columnas regulares

Filas: 5 filas irregulares, 2 de ellas son destinadas para el encabezado y los temas de los otros artículos

Medianil: regular y más amplio

Módulos: varios módulos de medidas diferentes según la extensión de la noticia y la medida de las fotos.

Conclusión – Sistema de impresión

Sistema de impresión offset, el uso del color atrae la atención a la información, se evidencia mayor organización que ayuda a la fluidez en la lectura de la información. Utilizan filetes de separación delimitar cada noticia. Uso de letra capitular en el primer párrafo de texto.

Tabla 6. Diario El Comercio – 1986 - 1993

Fuente: Elaboración propia.

7. Diario el comercio – 1996 – 2003

FECHA 6 de marzo de 1996 / 19 de octubre de 1998 / 5 de marzo de 1999/ 26 de marzo de 2003

FORMATO





	Tipografía	Color	Composición
FUNDAMENTOS	<p>Encabezado: Texto negro, aplican palo seco.</p> <p>Subtítulos: el uso del full color en las fotografías y manchas de color, en esta transición se ve la aplicación del degradado usado en una mancha de color en el último año.</p> <p>Párrafos: romana.</p>	<p>Texto negro, aplican color azul y rojo en textos secundarios, el uso del full color en las fotografías y manchas de color, en esta transición se ve la aplicación del degradado usado en una mancha de color en el último año.</p>	<p>Jerarquía en el encabezado, las imágenes generan puntos de tensión en el lector, modificando sus medidas para crear un dinamismo intencionado, existe fragmentación en las columnas para colocar textos complementarios como pie de foto, la parte inferior se divide para colocar las noticias mas importantes de todo el periódico.</p>
ELEMENTOS DE RETÍCULA	<p>Margen: mayor margen en el corte y lomo.</p> <p>Caja: vertical</p> <p>Columnas: se trabaja con 6 columnas irregulares y 5 columnas.</p> <p>Filas: 4 filas irregulares en donde se distribuyen toda la información.</p> <p>Medianil: variado porque se evidencia combinación de módulos.</p> <p>Módulos: varios módulos de medidas diferentes, se busca dar una ubicación a los titulares mas representativos de las páginas internas, e incluso se crean módulos de mayor medida para jerarquizar cierta información.</p>		
Conclusión – Sistema de impresión			<p>Sistema de impresión offset, el uso del color atrae la atención a la información, en estos 4 años se ven ligeras modificaciones buscando mejorar la organización de los elementos y se busca dar una información corta para llamar a las páginas internas, se emplean filetes de separación, manchas de color (colores planos) y aparecen los gradientes para llamar la atención de la información. Se visualiza una diagramación mas espaciada creando nuevos espacios para distribuir la información de una mejor forma.</p>

Tabla 7. Diario El Comercio – 1996 - 2003

Fuente: Elaboración propia.

8. Diario EL COMERCIO – 2006

FECHA	1 de enero de 2006
FORMATO	

	Tipografía	Color	Composición
FUNDAMENTOS	<p>Encabezado: palo seco.</p> <p>Subtítulos: palo seco.</p> <p>Párrafos: romana.</p>	<p>Texto negro, aplican color azul y rojo en textos complementarios, manchas de color para fondos completos de noticias o textos específicos.</p> <p>Identificador de los 100 años junto al titular.</p>	<p>Jerarquía en el encabezado, al ser una gran noticia dividen a la página, por la mitad para jerarquizar la información, se da mas rectitud al utilizar tipo sin serifa, el mayor peso visual en 2 fotos por medida y ubicación, dan jerarquía de posición a dos noticias colocándolas en la parte superior, jugando con esa modificación en la primera plana.</p>
ELEMENTOS DE RETÍCULA	<p>Margen: mayor margen en el corte y lomo.</p> <p>Caja: vertical</p> <p>Columnas: 4 columnas regulares en la parte superior y 5 columnas irregulares en la parte inferior.</p> <p>Filas: 4 filas irregulares en donde se distribuyen toda la información.</p> <p>Medianil: irregulares en la parte inferior.</p> <p>Módulos: 8 módulos irregulares de gran tamaño en 3 noticias y subdivido en la parte superior para el titular y las 2 noticias extras.</p>		
Conclusión – Sistema de impresión	<p>Sistema de impresión offset, se usa mas color como en la identificación de 100 años, se genera mayor regularidad, por tener menos noticias para resaltar la noticia mas importante, un diseño mas limpio al no tener tantos módulos que segmenten las noticias, fluidez de lectura. Una un código de barra que idéntica el número de publicación.</p>		

Tabla 8. Diario El Comercio – 2006

Fuente: Elaboración propia.

9. Diario el comercio – 2016

FECHA	6 de octubre de 2016		
FORMATO			
			
	Tipografía	Color	Composición
FUNDAMENTOS	<p>Encabezado: palo seco.</p> <p>Subtítulos: romanas.</p> <p>Párrafos: romana.</p>	<p>Texto negro, aplican color azul y rojo en textos complementarios e incluso se da color a un párrafo de texto y el uso de manchas de color a un módulo completo.</p>	<p>Jerarquía en el encabezado, mayor saturación de imágenes, 6 noticias distribuidas regularmente en toda la página, uso de espacio para publicidad, fondos mas densos y llamativos. Crean un índice en la parte inferior como complemento de la información.</p>

ELEMENTOS DE RETÍCULA	<p>Margen: mayor margen en el corte y lomo. Caja: vertical Columnas: 4 columnas regulares Filas: 5 filas irregulares en donde se distribuyen toda la información. Medianil: regular, más amplio. Módulos: varios módulos de medidas semejantes, creando mayor orden y regularidad en toda la pág. Uso de filetes de separación de gran tamaño que divide en filas pronunciadas.</p>
Conclusión – Sistema de impresión	<p>Sistema de impresión offset, con un tiraje menor, ya que el comercio ahora también es digital, el lector puede descargar el periódico completo en formato digital o lo puede leer dese la web, por tal razón se busca la regularidad para no crear cansancio visual al lector al tener que leer en pantalla. El uso del color es mas notorio, pero con tonos suaves dando mas espacio a la fotografía principal de 4 módulos completos. Un cambio sutil pero moderno para que sea funcional para un medio impreso y digital.</p>

Tabla 9. Diario El Comercio – 2016

Fuente: Elaboración propia.

Discusión:

Este estudio se desarrollo basado en a la recolección de noticias del libro: Centuria LAS NOTICIAS de los 100 años, publicado por el diario el Comercio en su aniversario número 100. Considerando el diseño de la primera pág. que fue publicada, analiza el proceso evolutivo considerando el formato, los fundamentos: tipografía, color y composición, el uso de los elementos de retícula según el número de columnas y la distribución de la información, el modo de impresión, además el uso y aplicación de los elementos compositivos que evidencia el desarrollo tecnológico y gráfico, considerando 100 años de publicaciones constantes en los cuales se hace error y prueba para llegar de mejor forma al lector.

Conclusiones.

- La importancia de la composición se da desde el primer ejemplar en el cual distribuyen la información mediante 6 columnas regulares, el encabezado es el elemento jerárquico, utilizan filetes para separar las noticias y disponen espacio para la publicidad, con el paso de los años se mantienen los elementos, pero la retícula se modifica con el uso de las filas para dar dinamismo a la pág. y creando una retícula irregular.
- El uso de la tipografía ha evolucionada por el modo de impresión de cada ejemplar, al inicio la tipografía serif con estilos como: grosor, inclinación, medida; utilizando los tipos móviles de la imprenta de inicios, posteriormente las tipografías son mas legibles, menos ornamentales, con variaciones de medidas mas notorias y posterior a ello con diferente color, la legibilidad por el tipo de impresión offset es evidente.
- El uso del color da un cambio evidente en los ejemplares que desde el 15 de abril de 1986 aparecen los primeros gráficos a color y en el mismo año fueron las fotografías a color que dan el cambio a la primera página del diario, con el pasar del tiempo se incorpora color a los filetes, textos y manchas de color, dando vida a cada publicación.
- La transición de la prensa en estos 110 años del Comercio ha pasado por grandes

cambios cada uno de ellos acompañados por la evolución de la imprenta, la tecnología y la comunicación, hasta la actualidad que se ha dejado de imprimir grandes tirajes de periódicos para ser leídos en la web.

Referencias bibliográficas.

- Alcázar Jiménez, N. (2016). Definición y diseño de productos editoriales (UF1904). IC Editorial.
- Castro Tirado, M. Á. (2016). Maquetación de productos editoriales: UF1461. IC Editorial.
- El Comercio. (2006). Centuria LAS NOTICIAS de los 100 años. Edición El Comercio.
- Gálvez Clavijo, I. y Orellana Pelayo, M. G. (2016). Gestión del producto editorial (UF1900). IC Editorial.
- Gonzales, M. (2016). Perfil de los periodistas digitales en Ecuador: estudio de seis diarios nacionales de información general en su versión digital. Serbiluz, vol. 32. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31048480042>
- López Cubino, R. (2012). La diagramación del periódico: proyecto Mediascopio Prensa. La lectura de la prensa escrita en el aula. Ministerio de Educación y Formación Profesional de España.
- Mariscal Romero, M. (2015). Órdenes de producción, equipos y páginas maestras para la maquetación y compaginación de productos gráficos (UF1373). IC Editorial.
- Universidad Técnica Particular de Loja, (2012). Anuario de las Empresas de Comunicación de Ecuador. Editorial UTPL.
- Zanón, D. (2004). Introducción al Diseño Editorial. Editorial Visión Libros.
- Zappaterra, Y. y Caldwell, C. (2014). Diseño editorial: periódicos y revistas / medios impresos y digitales. Editorial Gustavo Gili.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Rivera Abarca, A. L., Aguilar Cajas, H. O., Vergara Zurita, H. E., & Alvarado Ramos, E. N. (2021). Transición de la prensa en el Ecuador desde 1906 hasta 2016, caso práctico diario El Comercio. *ConcienciaDigital*, 4(3), 126-140.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1775>



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

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



Algoritmo de programación estructurada, enfocado a la detección y conteo vehicular de manera inteligente en una intersección.



Structured programming algorithm, focused on the detection and intelligent counting of vehicles at an intersection

Edwin Fernando Mejía Peñafiel. ¹

Recibido: 13-05-2021 / Revisado: 24-05-2021 / Aceptado: 17-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1776>

Introduction. The use of Matlab is approached through the creation of an algorithm with structured programming, implementing a software that determines the presence and classification of vehicles that pass through a road through a camera, considering it a traffic problem at peak hours. **Objective.** To propose an algorithm coded in Matlab that allows to recognize through a video the different cars on a road according to their dimensions. **Methodology.** The implemented methodology is a hybrid between software development and intelligent systems development. 8 tests were carried out to establish if the algorithm presents us with the expected results in the recognition of different cars, using tools and functions that come with Matlab. **Results.** The applied algorithm gives a margin of error of plus minus 8%, but to reach this it had to go from an error in the first test of 80% to 7.5% of it, since it is still necessary to make some adjustments in the performance of the algorithm with respect to the dimensions of the vehicles, especially when we have more of them and of different types. **Conclusion.** The importance is that based on this intelligent application, you can process videos that are captured from a camera at the intersection of the roads, with this you can obtain vehicular flow with up to 92%

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Carrera de Ingeniería Ambiental, Chimborazo – Riobamba, efmejia@epoch.edu.ec, msmejiaedwinf@yahoo.com, <https://orcid.org/0000-0001-6888-4621>

effectiveness, classification of vehicles daily and at peak hours . I consider that it is a very useful tool so that the problem of vehicular flow has a solution.

Keywords: Software development, Programming, Structured programming, artificial intelligence, pattern recognition.

Resumen.

Introducción. Se aborda el uso de Matlab a través de la creación de un algoritmo con programación estructurada, implementando un software que determine la presencia y clasificación de vehículos que pasan por una vía a través de una cámara, considerándose un problema de tráfico en las horas pico. **Objetivo.** Plantear un algoritmo codificado en Matlab que permita reconocer a través de un video los diferentes autos en una vía de acuerdo a sus dimensiones. **Metodología.** La metodología implementada es una híbrida entre desarrollo de software y desarrollo de sistemas inteligentes. Se realizaron 8 pruebas para poder establecer si el algoritmo nos presenta los resultados esperados en el reconocimiento de diferentes autos, utilizando herramientas y funciones que vienen con Matlab. **Resultados.** El algoritmo aplicado da un margen de error de más menos 8%, pero para llegar a esto se tuvo que ir de un error en la primera prueba del 80% hasta llegar al 7,5% del mismo, ya que todavía toca hacer algunos ajustes en el desempeño del algoritmo respecto a dimensiones de los vehículos, especialmente cuando tenemos mayor cantidad de ellos y de diferente tipo. **Conclusión.** La importancia radica que basado en esta aplicación inteligente, se puede processar vídeos que se captan de una cámara en la intersección de las vías, con esto se puede obtener flujo vehicular con hasta un 92% de efectividad, clasificación de vehículos diariamente y en horas pico. Considero que es una herramienta muy útil para que el problema del flujo vehicular tenga solución.

Palabras claves: Desarrollo de software, Programación, Programación estructurada, inteligencia artificial, reconocimiento de patrones.

Introducción.

En este mundo interactuamos a diario con los semáforos y vemos cada día como la cantidad de vehículos en las calles sigue en aumento, con su problema de excesivo tráfico en las ciudades de todo el mundo, con su correspondiente situación de que a veces solo en una vía está llena de autos y en la otra no, entonces nace la pregunta, ¿Por qué no implementar un software que controle ese tráfico?.

En las últimas décadas ha cobrado fuerza las hipótesis de que porque no se construyen sistemas inteligentes que ayuden de alguna manera a reorganizar el tráfico en las ciudades de todo el mundo no solo de Ecuador.

Existen innumerables formas y maneras de construir sistemas de este tipo, que estén íntimamente ligados a la inteligencia artificial. Se trata de algoritmos que permiten

programar de manera inteligente, basados en una técnica de inteligencia artificial que son las redes neuronales y dentro de ellas la visión artificial que permite el reconocimiento de imágenes o lo que es lo mismo el reconocimiento de patrones (Gualdron, A. y otros, 2013) que permitan de alguna manera mitigar este problema de congestión en las vías de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, Ecuador.

La visión artificial por computadora es una disciplina que ha ido creciendo a pasos agigantados en los últimos años, creando máquinas autónomas capaces de interactuar de forma inteligente con el entorno. Para poder conseguir de una manera adecuada que las máquinas interactúen con su entorno, es necesario que se desarrolle un sistema que tenga la capacidad de percibirlo e interpretarlo (Branch & Olague, 2001).

La Visión Artificial como tal, dentro de la Inteligencia Artificial se considera como el conjunto de todas aquellas técnicas y modelos que nos permiten el procesamiento, análisis y explicación de cualquier tipo de información espacial obtenida a través de imágenes digitales (Pajares Martinsanz & Santos Peñas, 2006).

La visión artificial dentro su ámbito, utiliza sensores ópticos, como es las cámaras fotográficas y de video, con el propósito de adquirir fotografías o imágenes, para luego procesarlas mediante cierto procesador, todo esto con el fin de extraer y analizar ciertas cualidades o tipo de propiedades de la imagen capturada (Múnera Salazar & Manzano Herrera, 2012). De lo anterior, podemos concluir que la visión artificial en su afán de analizar e interpretar imágenes de una manera igual a como lo hace el ser humano, hace uso de computadoras y cámaras para adquirir dichas imágenes.

Matlab tiene algunas herramientas para el reconocimiento de objetos. El reconocimiento de objetos es una técnica de visión artificial para identificar objetos en imágenes o vídeos. El reconocimiento de objetos constituye una salida clave de los algoritmos de deep learning y machine learning. Cuando las personas miramos una fotografía o vemos un vídeo, detectamos con rapidez personas, objetos, lugares y detalles visuales. El objetivo es enseñar a un ordenador a hacer lo que resulta natural para los humanos: adquirir cierto nivel de comprensión del contenido de una imagen. (Mathworks, 2020)

La herramienta, Computer Vision System Toolbox™ proporciona algoritmos, funciones y apps para el diseño y la realización de pruebas de sistemas de procesamiento de vídeo, visión artificial y visión 3D. Es posible llevar a cabo la detección y el seguimiento de objetos, así como la detección, extracción y coincidencia de características. En el caso de la visión 3D, la toolbox soporta la calibración de cámaras simples, estéreo y ojo de pez, la visión en estéreo, la reconstrucción 3D y el procesamiento de nubes de puntos lidar y 3D. Las apps de visión artificial automatizan los flujos de trabajo de etiquetado de validación (ground-truth) y de calibración de cámaras. (Mathworks, 2020)

El objetivo principal de este artículo consiste en la detección automática de objetos, en este caso de diferentes tipos de autos con el uso de algoritmos usando programación estructurada con funciones que tiene Matlab para implementar un software que determine la presencia y clasificación de vehículos que pasan por una vía a través de una cámara,

esta investigación plantea un algoritmo muy sencillo para programar con estudiantes de Ingeniería, y así poder reconocer los diferentes autos de acuerdo a sus dimensiones. La metodología con la cual se va a implementar es una híbrida entre desarrollo de software y desarrollo de sistemas inteligentes. La importancia radica que basado en esta aplicación inteligente, el programa va a poder procesar videos captados por una cámara instalada en una intersección de las vías de la ciudad de Riobamba, los cuales son enviados a un computador a través de WiFi o cable, con esto se va a poder obtener el flujo vehicular, la clasificación de vehículos que diariamente pasan por ahí y cuáles son las horas pico.

Debemos indicar que la captura de imágenes sigue siendo un reto y una fuente muy interesante de oportunidades para el desarrollo de investigaciones y estudios dentro de la programación. El presente trabajo, busca contribuir con el crecimiento en este campo, de nuestros estudiantes y lectores, presentando de una forma muy sencilla el código que permita reconocer una gran cantidad de autos, utilizando técnicas existentes y algoritmos propios de la visión artificial que nos provee la herramienta MATLAB.

Metodología.

Se emplea una metodología de avances por fases que se presenta en la figura 1:

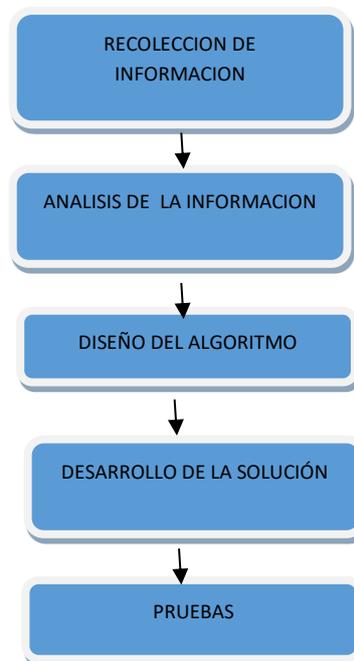


Figura 1. Metodología de avances por fases

Fuente. Elaboración propia

Proyecto propuesto

Se pretende dar una solución para contar vehículos con programación estructurada. El uso de un algoritmo de este tipo puede ser genial al momento de ejecutarlo en un ambiente

real y más aún si los proyectos tienen la adaptabilidad a procesar por ellos mismos los diferentes cambios que de acuerdo al número de autos que se encuentren puedan resolverlo por sí solos.

Infraestructura del proyecto – Para este proyecto utilizaremos el algoritmo implementado por el autor de una manera sistemática y bajo las condiciones que necesitamos para el semáforo inteligente que se irá implementando luego de terminado esto. Codificamos las líneas de código en el lenguaje M que es de diferente formato a los otros lenguajes de programación que tenemos como java y c++.

La idea principal de este proyecto es dar solución al tráfico en las vías y para ello se implementa un algoritmo y código con la herramienta Matlab, donde a través de varias funciones con el uso de visión artificial dentro de la misma, permiten hacer el desarrollo de este proyecto entendible para nuestros autores (Sisalima, F., 2018). La implementación del algoritmo se basa en 8 pruebas las cuáles me permitirán ir corrigiendo sobre la marcha cada una de las líneas de código realizadas y que además se basan en las respuestas de contar el número de autos, basados en la realidad que tiene la intersección donde se realiza el estudio. Cada uno de los videos tomados me permitirán obtener diferentes respuestas y que cada una de las mismas me llevará al óptimo funcionamiento del algoritmo para ponerlo en funcionamiento.

Nuestro estudio se realiza en la ciudad de Riobamba en las calles horizontal Avenida La Prensa y vertical Avenida Lizarzaburu y calle Veloz, con los 4 semáforos que se muestran en la figura 2 en las diferentes intersecciones.

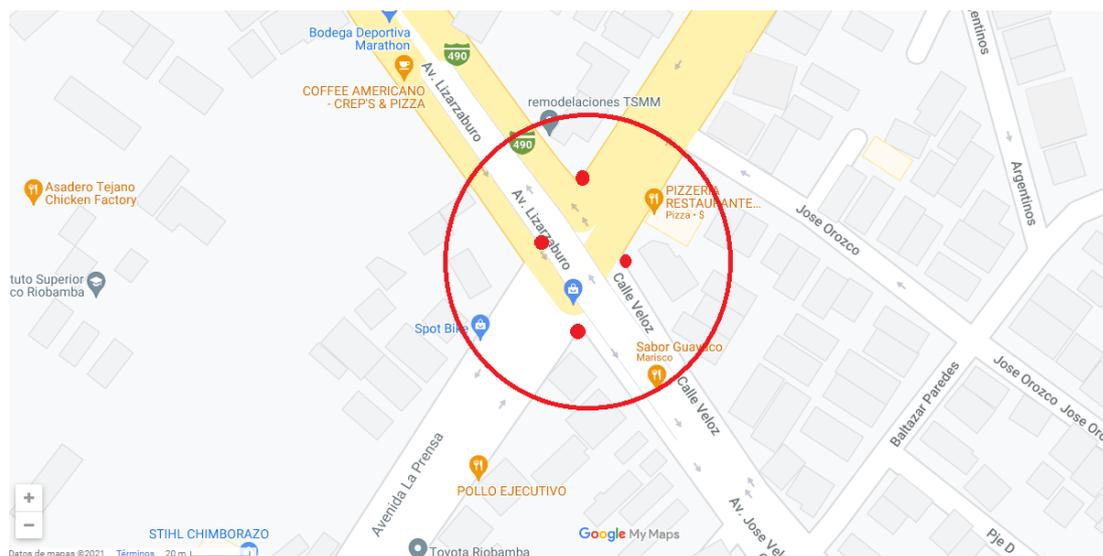


Figura 2. Intersecciones de calles de la ciudad de Riobamba y ubicación de semáforos.
Fuente. Elaboración propia

Resultados.

Rankin de los lenguajes de programación más usados

En la tabla 1 se muestra el rankin de los lenguajes de programación más usados en el año 2018 – 2019: <https://www.tiobe.com/tiobe-index/> (tiobe, 2019) [12]

Tabla 1. Rankin de los lenguajes de programación año 2018 – 2019

May 2019	May 2018	Change	Programming Language	Ratings	Change
1	1		Java	16.005%	-0.38%
2	2		C	14.243%	+0.24%
3	3		C++	8.095%	+0.43%
4	4		Python	7.830%	+2.64%
5	6	▲	Visual Basic .NET	5.193%	+1.07%
6	5	▼	C#	3.984%	-0.42%
7	8	▲	JavaScript	2.690%	-0.23%
8	9	▲	SQL	2.555%	+0.57%
9	7	▼	PHP	2.489%	-0.83%
10	13	▲	Assembly language	1.816%	+0.82%
11	15	▲	Objective-C	1.626%	+0.69%
12	12		Delphi/Object Pascal	1.406%	+0.39%
13	18	▲	Perl	1.394%	+0.48%
14	16	▲	MATLAB	1.366%	+0.44%
15	10	▼	Ruby	1.343%	+0.16%
16	17	▲	Visual Basic	1.317%	+0.40%
17	91	▲	Groovy	1.173%	+1.06%
18	19	▲	Swift	1.150%	+0.24%

Fuente: índice TIOBE 2019

Como vemos en la tabla 1, se listan los 15 primeros lenguajes de programación más usados en el 2018 (codinghub, 2018) <https://codinghub.es/lenguajes-de-programacion-mas-usados/> [12], ahora en la figura 3 tenemos a Matlab como uno de los lenguajes de programación para visión artificial desde hace años:

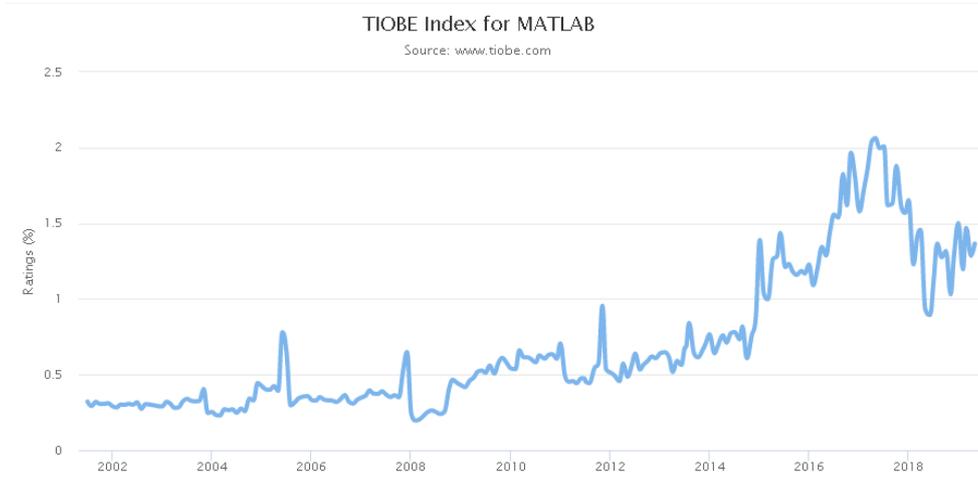


Figura 3. Estadística del lenguaje Matlab desde 2002 hasta 2018

Fuente: índice TIOBE 2019

En la figura 3 se muestra como el lenguaje Matlab escogido para este proyecto ha venido siendo uno de los mejores durante varios años hasta la actualidad. The Importance Of Being Earnest (TIOBE) comprueba más de 502 millones de líneas de código de software para sus clientes en todo el mundo, en tiempo real, cada día.

3.2. Características del proyecto

Nuestro sistema tiene las siguientes características mostradas en la Tabla 2:

Tabla 2. Características del proyecto

SISTEMA PARA CONTAR AUTOS

CARACTERISTICAS	DESEMPEÑO
Tipo de inteligencia	El reconocimiento de patrones lo hace como las mismas personas
Capacidad sensorial	Recibe comunicaciones del entorno mediante del empleo de una cámara
Objetivo	Contar autos en una vía principal
Reglas de actuación	Interpreta las imágenes adquiridas dentro del sistema y las compara con los tipos de autos
Sistematización	Correlación entre los subsistemas que tiene el proyecto para permitir el mejor desempeño
Robustez	Reglas de inferencias bien definidas

Fuente: Elaboración propia

Reconocimiento de patrones

En el caso del prototipo resultó bastante eficiente el algoritmo planteado, ya que como contamos con una cámara de alta definición, entonces funcionó correctamente.

El sistema de reconocimiento tiene la capacidad de determinar la presencia de los diferentes tipos de autos en las dos áreas que se definieron con el propósito de extraer la información que permita contar cuantos autos pasan por esa vía.

Fases del reconocimiento de patrones

Con el propósito de emplear reconocimiento de patrones se tiene a bien hacer uso de una cámara web para obtener imágenes dentro de un video de la realidad en la intersección de la vía. Con esta información se envía para poder realizar una comparación de las características de cada imagen de autos, en donde se deben extraer del video las mismas, pero eliminando datos que nada tienen que hacer con el estudio o redundantes. En la figura 4 se muestra las fases por las cuales deben pasar un reconocimiento de este tipo:

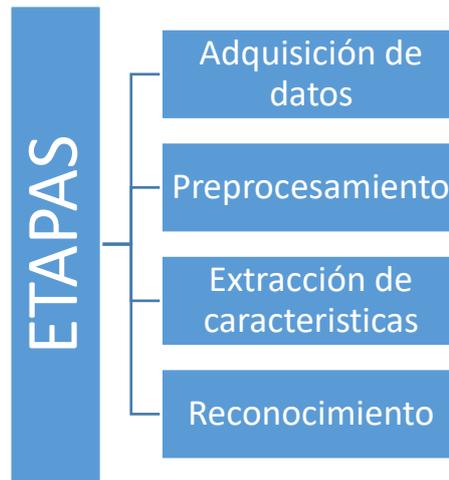


Figura 4. Etapas del reconocimiento a patrones
Fuente: Elaboración propia

Elementos del proyecto propuesto

Para el proyecto se utilizó todos los elementos que se observan en la figura 5, donde se muestra el proceso mismo del sistema en mención

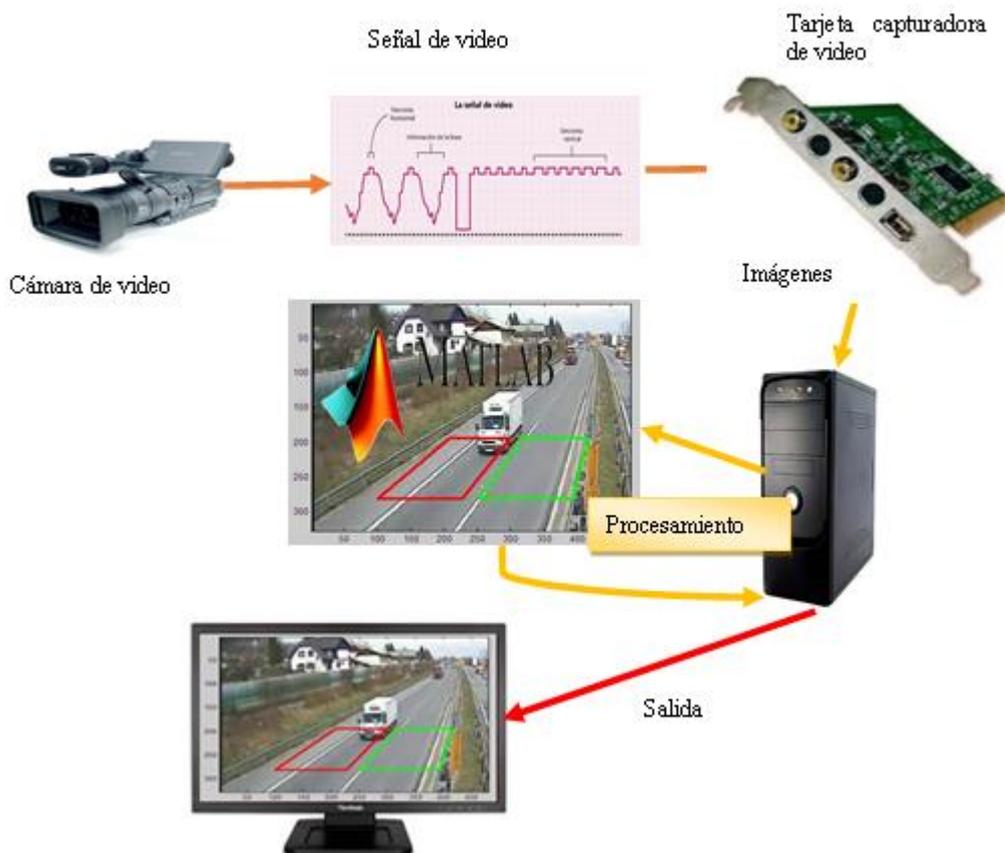


Figura 5. Elementos del proyecto propuesto
Fuente: Elaboración propia

Diseño y representación del proyecto

En la figura 5 se observa como es el funcionamiento del proyecto propuesto y en donde también se enmarca los procesos por donde seguirá la transformación de las imágenes del video capturado y bajo las reglas de inferencia permitidas dentro del mismo.

Siendo una etapa esencial el reconocimiento de patrones dentro de la inteligencia artificial y visión artificial específicamente, esto implica que se debe contar con imágenes con el menor ruido posible para poder detectar a los autos que pasan en la vía y así poder evitar errores en la detección. (Lopez, G., 2016)

El uso de filtros ayuda mucho en este aspecto, pero si las imágenes que nos llegan de la cámara son de mala calidad nuestro sistema podrá tener errores que en un próximo artículo estaremos publicando. (Toledano, L., 2019)

Como los cuadros de entrada son monoculares (tomados de una sola cámara), el método de calibración más simple consiste en seleccionar cuatro puntos en la vista en perspectiva y asignarlos a las esquinas de un rectángulo a vista de pájaro. Esto, para el sistema, significará que cada auto está parado en el mismo plano. (Meza, D., 2020)

Algoritmo Usado

El algoritmo con el que se ejecutó el prototipo tiene la forma siguiente:

- **Inicio**
 - Captación del Video
 - Visualización de imagen
 - Configurando la posición a través de líneas de conteo
 - Configura la fuente del video
 - Se puede detectar algunos vehículos?
 - Sisi: Rastrear vehículos dentro de la imagen
 - Contar vehículos de acuerdo a la línea de conteo
 - Se genera el reporte de acuerdo con el conteo vehicular
 - Se debe exportar el reporte de este conteo
 - Actualizar y presentar resultados en la vista preliminar del conteo de los vehículos captados
- **Fin**

Este algoritmo se traslada con la siguientes líneas de código:

```
clear all, close all,  
  
trafficVid = VideoReader('video4_3.mp4'); %Acceder al video  
%imshow('video1.mp4'); %Visualizar el video  
  
nframes = trafficVid.NumberOfFrames;  
figure, pause(0.3);  
mask=rgb2gray(read(trafficVid,4));
```

```

for i=20:nframes
    vid = rgb2gray(read(trafficVid,i));
    vide=vid-mask;
    video = vide > 30;
    video2 = imfilter(video, ones(16)/256); % Con kernel de 7x7 es apropiado
    subplot(2,2,2), imshow(read(trafficVid,i)),title('Imagen Original');

    % Cálculo de área de cada blob
    area_objetos = regionprops(L, 'Area');
    areas = []; % Vector para tener las áreas desde la estructura entregada por 'reg
    for index = 1:NUM [
        areas = [areas area_objetos(index).Area];
    end
    autol = L == 2; % Selecciona auto con etiqueta "2"
    %subplot(2,2,3), stem(areas),title('Areas'); grid %GRAFICA DE AREAS
    %subplot(2,2,3), imshow(autol),title('Imagen Filtro Area');
    % Extrae la máscara para un auto

    subplot(2,2,4), imshow(read(trafficVid,i)),title('Imagen Final');
    stats = regionprops('table',autol,'Centroid','MajorAxisLength','MinorAxisLength')
    centers = stats.Centroid;
    diameters = mean([stats.MajorAxisLength stats.MinorAxisLength],2);
    radii = 20+diameters/2;
    subplot(2,2,4),viscircles(centers,radii,'EdgeColor','b','LineWidth',1);
end
    
```

Las líneas de código que se encuentran aquí, en especial algunas son tomadas del libro de Matlab básico para ingenierías (Mejía et al., 2019)

Pruebas

Las pruebas que se realizaron al prototipo fueron las siguientes:

Para la prueba No. 1 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla3:

Tabla 3. Prueba con video1

Observación	Información
Video	Video1.mp4
Duración	4.50 minutos
Conteo automático	84 vehículos
Conteo manual	46 vehículos
Error	82,60%

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba No. 2 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla4:

Tabla 4. Prueba con video2

Observación	Información
Video	Video2.mp4
Duración	3.50 minutos
Conteo automático	73 vehículos
Conteo manual	40 vehículos
Error	82,50%

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba No. 3 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla5:

Tabla 5. Prueba con video3

Observación	Información
Video	Video3.mp4
Duración	4.50 minutos
Conteo automático	63 vehículos
Conteo manual	46 vehículos
Error	36,95%

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba No. 4 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla6:

Tabla 6. Prueba con video4

Observación	Información
Video	Video4.mp4
Duración	3.50 minutos
Conteo automático	56 vehículos
Conteo manual	40 vehículos
Error	40%

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba No. 5 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla7:

Tabla 7. Prueba con video5

Observación	Información
Video	Video5.mp4
Duración	4.50 minutos
Conteo automático	51 vehículos
Conteo manual	46 vehículos
Error	10,87%

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba No. 6 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla8:

Tabla 8. Prueba con video6

Observación	Información
Video	Video6.mp4
Duración	3.50 minutos
Conteo automático	46 vehículos
Conteo manual	40 vehículos
Error	15%

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba No. 7 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla9:

Tabla 9. Prueba con video7

Observación	Información
Video	Video7.mp4
Duración	4.50 minutos
Conteo automático	50 vehículos
Conteo manual	46 vehículos
Error	8,70%

Fuente: Elaboración propia

Para la prueba No. 8 se contó con las siguientes situaciones, como se muestra en la tabla10:

Tabla 10. Prueba con video8

Observación	Información
Video	Video8.mp4
Duración	3.50 minutos
Conteo automático	43 vehículos
Conteo manual	40 vehículos
Error	7,50%

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar se tuvo que replantear las líneas de división para que el algoritmo pueda realizar de manera correcta la detección de los autos que pasan por las dos vías tomadas en los videos, tal cual como se muestran los datos desde las tablas6 hasta la 10.

Se realizaron 8 pruebas dando como resultado las tablas que se pudieron observar anteriormente. Entonces nos toca medir bien los autos en la realidad para ingresar con la escala correspondiente al sistema.

Discusión

La toma de decisiones la debe generar el algoritmo planteado para presencia o ausencia de vehículos en la vía, en el caso planteado que es la de contar los vehículos que llegan al semáforo en la vía principal, resulta muy beneficioso utilizar esto.

La dimensión del tiempo en cuanto a respuesta del sistema esta medido en segundos.

El algoritmo aplicado da un margen de error de más menos 8%, pero para llegar a esto se tuvo que ir de un error en la primera prueba del 80% hasta llegar al 7,5% del mismo, ya que todavía toca hacer algunos ajustes en el desempeño del algoritmo respecto a dimensiones de los vehículos, especialmente cuando tenemos mayor cantidad de ellos y de diferente tipo. A pesar de esto el algoritmo planteado está dando resultado en la medición del tráfico y el conteo de los vehículos, con la altísima responsabilidad de que

cuando el sistema esté completo pueda dar prioridades a los semáforos para cambiar de verde a rojo y viceversa.

Un resultado final inesperado fue que cuando se quiso aplicar otra cámara, el algoritmo no podía asumir muy bien qué tipo de autos eran ya que las entradas en el sistema tienen un tipo de dimensión y con este otro tipo de cámara pues no había como llegar a detectar que auto mismo era y entonces dicho objetivo no se estaba cumpliendo.

Como dijimos anteriormente, ya, en el momento de ejecutar el prototipo, se tiene que ver bien las dimensiones de los autos. Hay que prever que los automóviles tienen una dimensión, las camionetas, las busetas, los buses, camiones y tráileres tienen otras; por eso se tomó la situación sólo para automóviles.

Como trabajos futuros se propone realizar para todos los vehículos pero usando ya reconocimiento de patrones pero para diferentes tipos de vehículos, es decir usando 2 cámaras inalámbricas para el conteo de autos y usando algoritmos para el día y otro para la noche. Se estará mostrando las simulaciones realizadas con ejemplos prácticos y ya con semáforos que cambien de color verde a rojo y viceversa.

Conclusiones.

- En este artículo se ha realizado una presentación del prototipo, basado en un algoritmo usando programación estructurada con herramientas de visión artificial que tiene Matlab para solucionar el conteo de vehículos en las vías de la ciudad de Riobamba, provincia de Chimborazo, país el Ecuador.
- El uso de cámara web es de gran ayuda para este tipo de proyectos, pero hay que saber escogerla, al momento de realizarlo en la realidad.
- Los problemas por donde hemos ido en este campo de la creación del proyecto de investigación son muy grandes pero no complejos ya que en el camino vamos encontrando las soluciones deseadas.
- Del 80% de errores al principio, ahora tenemos un más menos 8%, que es superable y entendible, hasta que el algoritmo y las dimensiones correctas de los autos cumplan con el objetivo para la cual fue creado.
- La importancia radica que basado en esta aplicación inteligente, el programa procesa videos captados por una cámara instalada en una intersección los cuales son enviados a un computador a través de WiFi o cable, con esto se puede obtener flujo vehicular con hasta un 92% de efectividad, clasificación de vehículos diariamente y en horas pico. Considero que es una herramienta muy útil para que el problema del flujo vehicular tenga solución

Referencias bibliográficas.

- Branch, J. & Olague, G. (2001). La visión por computador: Una aproximación al estado del arte. Revista Dyna, 133.
- Gualdron, O., Duque, M. and Chacón, A. (2013). Diseño de un sistema de reconocimiento de rostros mediante la hibridación de técnicas de reconocimiento de patrones, visión artificial e IA, enfocado a la seguridad de interacción robótica social. Revista Dialnet edición 6, pág. 16-28.
- López, G. (2016). Sistema inteligente de reconocimiento de patrones con visión artificial para la alerta automática de intrusos en las áreas de almacenamiento de las pymes. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Mejia, F., Jaramillo, K. and Gutiérrez, J. (2019). Matlab básico para Ingenierías. CIDEPRO Editorial. Ecuador.
- Meza, D. (2020). Esta inteligencia artificial puede detectar si las personas están guardando “la sana distancia”. Consultado el 20 de enero de 2021 en: <https://nmas1.org/news/2020/04/22/vision-ia-distancia>
- Pajares Martinsanz, G. and Santos Peñas, M. (2006). Inteligencia artificial e ingeniería del conocimiento. México: Alfaomega Grupo Editor
- Salazar, M. and Manzano Herrera, D. A. (2012). Sistema de visión artificial para conteo de objetos en movimiento. El Hombre y la Máquina - Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Occidente, 87-101.
- Sisalima, F. (2018). Sistema para la detección y conteo vehicular aplicando técnicas de visión artificial. Tesis previa la obtención del título de ingeniero en sistemas. Loja: Universidad Nacional de Loja. Consultado el 15 de febrero del 2021 de: <http://192.188.49.17/jspui/bitstream/123456789/20892/1/Sisalima%20Ortega%20C%20Fabricio%20Roberto.pdf>
- TIOBE. (2017) Historia a largo plazo de los mejores lenguajes de programación. <http://www.tiobe.com/tiobe-index/?6671423=1>
- Toledano, L. (2019). Desarrollo de App en Matlab para rehabilitación de espasticidad con ayuda del robot colaborativo Kuka LBR IIWA. Universidad Carlos III. Madrid – España.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Mejía Peñafiel, E. F. (2021). Algoritmo de programación estructurada, enfocado a la detección y conteo vehicular de manera inteligente en una intersección. *ConcienciaDigital*, 4(3), 141-155. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1776>



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

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



Escalamiento multidimensional (MDS) no métrico en el análisis del comportamiento del consumidor en la adquisición de productos lácteos



Non-metric multidimensional scaling (MDS) in the analysis of consumer behavior in the purchase of dairy products

Paulina Fernanda Bolaños Logroño.¹, Fernando Ricardo Márquez Sañay.² & Carmen Elena Mantilla Cabrera.³

Recibido: 14-05-2021 / Revisado: 25-05-2021 / Aceptado: 18-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1788>

Introduction: The study of consumer behavior has made it possible to address various multivariate techniques applied in the area of consumer psychology, economics, marketing, tourism and education, trying to explain the behavior of consumers when choosing a certain product and its influence on decision-making. **Objective:** In this sense, the present study aims to analyze consumer behavior when buying dairy products in the city of Riobamba, in the middle of a sanitary situation that involves the whole world. **Methodology:** Through the use of non-metric multidimensional scaling (MDS), starting from a hierarchical matrix related to the importance of the most influential attributes when choosing a dairy product, the multidimensional analysis was optimized through a SMACOF algorithm implemented in the free software RStudio. **Results:** Consequently, the results obtained allowed to distinguish 2 dimensions, where the relevance of each

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Proyecto de investigación diseño de un sistema de negocios para impulsar el desarrollo empresarial de la ciudad de Riobamba, Riobamba, Ecuador, paulina.bolanos@epoch.edu.ec, ID ORCID: 0000-0003-3911-0461.

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador, fernando.marquez@epoch.edu.ec, ID ORCID: 0000-0001-5549-9572.

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad Recursos Naturales, Grupo de Investigación en Seguridad Telemática (SEGINTE), Riobamba, Ecuador, carmen.mantilla@epoch.edu.ec, ID ORCID: 0000-0001-5422-7073.

variable with the consumer behavior at the time of purchase, the brand is definitely far from the rest of variables, being the aspect of less importance for the consumer, **Conclusions:** it was possible to distinguish a group of factors that associate and confirm that the taste, quality and nutritional value are the most important attributes, the price is a factor that represents a medium importance at the time of purchase of dairy products. It is demonstrated that the Multidimensional Scaling technique can be used in marketing studies on consumer behavior as an alternative to other multivariate techniques.

Keywords: consumer, multidimensional scaling, dairy, algorithm, proximity, metric, non-metric.

Resumen.

Introducción: El estudio sobre el comportamiento del consumidor ha permitido abordar diversas técnicas multivariantes aplicadas en el área de psicología del consumidor, economía, marketing, turismo y educación, intentando explicar el comportamiento de los consumidores al elegir un determinado producto y su influencia para la toma de decisiones. **Objetivo:** En este sentido, el presente estudio pretende analizar el comportamiento del consumidor al comprar productos lácteos en la ciudad de Riobamba, en medio de una situación sanitaria que aborda todo el mundo. **Metodología:** Mediante el uso del escalamiento multidimensional (MDS) no métrico, partiendo de una matriz jerárquica relacionada con la importancia de los atributos más influyentes al momento de elegir un producto lácteo, se optimizó el análisis multidimensional a través de un algoritmo SMACOF implementado en el software libre RStudio. **Resultados:** En consecuencia, los resultados obtenidos permitieron distinguir 2 dimensiones, en donde la pertinencia de cada variable con el comportamiento del consumidor al momento de realizar la compra, se observa que la marca definitivamente se encuentra alejada del resto de variables, siendo el aspecto de menor importancia para el consumidor, **Conclusiones:** en adición se puede distinguir un grupo de factores que asocian y confirman que el sabor, la calidad y el valor nutricional son los atributos de mayor importancia, el precio es un factor que representa una importancia media al momento de realizar la compra de productos lácteos. Se demuestra que la técnica de Escalamiento Multidimensional puede ser utilizada en estudios de Marketing, sobre el comportamiento del consumidor como alternativa a otras técnicas multivariantes.

Palabras clave: consumidor, escalamiento multidimensional, lácteos, algoritmo, proximidades, métrico, no métrico.

Introducción

La industria láctea en la ciudad de Riobamba presenta alta demanda al tratarse de productos que contribuyen en la alimentación de todos quienes la habitan. En tal virtud, es relevante conocer el comportamiento del consumidor y los factores o atributos que influyen en la decisión de compra de productos lácteos.

El objetivo de este trabajo investigativo es analizar el comportamiento del consumidor al comprar productos lácteos, identificando los factores y el grado de importancia conferido por el consumidor en la toma de decisiones, a través de la aplicación de Escalamiento Multidimensional (MDS), generando información confiable y convirtiéndose en un aporte académico en beneficio de la industria.

El escalamiento multidimensional (MDS) es un método de análisis estadístico multivariante que representa mediciones de similaridad (o disimilaridad) entre pares de objetos como distancias entre puntos de un espacio de dimensión reducida. La técnica tiene sus orígenes en los estudios de psicología experimental en la década de 1950, llevados a cabo para descubrir la similaridad entre estímulos aplicados a distintos individuos; y es en el área de las ciencias sociales donde preferentemente se han aplicado muchos de los avances de las investigaciones. No obstante, el MDS ha encontrado aplicación en una amplia gama de disciplinas científicas, entre otras razones porque admite una gran variedad de datos de entrada como tablas de contingencia, matrices de proximidad y correlaciones. (Vera & Mair, 2019)

El objetivo fundamental del MDS consiste en generar un mapa o representación gráfica de los objetos en un espacio de modo que sus posiciones relativas en tal configuración sean el reflejo del grado de proximidad percibida entre los objetos. Otros propósitos de este método que vale la pena destacar (Borg & Groenen, 2005).

Facilitar el análisis exploratorio de los datos generando una representación en un espacio de dimensión reducida haciendo que estos sean accesibles a la inspección visual del investigador, de modo que pueda apreciarse la estructura de los datos y se encuentren reglas que ayuden a describir su distribución. Revelar el número de dimensiones implícitas a las causas de similaridad o disimilaridad, así como también su número e importancia relativa.

El Multidimensional Scaling (MDS) o Análisis de Proximidades técnica multivariante que procura representar medidas de proximidad entre objetos como distancias euclidianas en un espacio baja dimensión. La representación en baja dimensión permite la inspección visual de la estructura de los datos.

El escalamiento multidimensional es una familia de modelos que tienen en común el esquematizar las proximidades mediante distancias entre puntos de un espacio de dimensión k . Las variantes surgen debido a las diferentes suposiciones sobre la escala de medida de las proximidades y al uso de diferentes funciones para calcular la distancia; esto último da lugar a distintas geometrías en los modelos, ya que la distancia euclídea al igual que otras distancias de Minkowski implican una geometría plana, mientras que la distancia geodésica implica una geometría curvada. (Peñaranda Arenas, 2016)

Dentro de los diferentes modelos de escalamiento multidimensional, se encuentra el MDS clásico, métricos mínimos cuadrados, no métrico, unfolding, diferencias individuales entre otros.

Modelo clásico asume que las proximidades se comportan como si fueran distancias medidas en realidad (generalmente euclídeas), suposición que puede aceptarse para aquellos datos que se derivan de matrices de correlación, pero raramente para valoraciones de disimilaridad directas. La ventaja de esta técnica es que proporciona una solución analítica y que tampoco requiere procedimientos iterativos (Wickelmaier, 2003).

Mientras que el modelo no métrico admite que las disimilaridades trabajan escala ordinal, de esta forma, la configuración espacial utiliza exclusivamente información ordinal de las similitudes.

Según (Peñaranda Arenas, 2016), existen dos formas de MDS no-métrico cuya diferencia reside en el modo en el que tratan los empates o valores iguales en los datos. El enfoque primario que es el adoptado por defecto en la mayoría de los programas, consiste en considerar que las proximidades iguales no necesariamente corresponden a distancias iguales; mientras que el enfoque secundario lleva a mantener los empates, es decir, que las proximidades iguales correspondan a iguales distancias en la solución (Borg & Groenen, 2005).

El algoritmo del MDS no-métrico comprende un proceso de optimización dual en el que debe encontrarse primero una transformación monótona óptima de las proximidades y posteriormente debe arreglarse óptimamente la configuración de los puntos, de manera que sus distancias correspondan a las proximidades escaladas o disparidades lo más cerca que sea posible. Básicamente las etapas del algoritmo del MDS no-métrico consiste en hallar una configuración aleatoria de puntos, por ejemplo, mediante una muestra tomada de una distribución normal. Hallar una configuración aleatoria de puntos, por ejemplo, mediante una muestra tomada de una distribución normal. Calcular las distancias d entre los puntos. Luego hallar la transformación monótona óptima de las proximidades, con el fin de obtener datos óptimamente escalados o disparidades $\hat{d}=f(p)$, seguido de minimizar el stress entre las disparidades y las distancias encontrando una nueva configuración de puntos, finalmente se deberá comparar el stress con algún criterio. (Wickelmaier, 2003):

Por otro lado, unfolding es un modelo geométrico que aplica modelos de distancia y técnicas de escalamiento a matrices rectangulares para establecer preferencias y alternativas. Los judge y objetos son representados juntos en el mismo espacio, el orden de rango de las distancias desde i -th judge a los objetos refleja la efectividad i -th del rango judge. Los modelos unfolding se utilizan ampliamente en la escala de la opción preferencial y la escala de la actitud, (Crepaldi, 2020).

Similar al modelo unfolding, el modelo de diferencias individuales tiene m judges y n objetos, pero en este caso m se llevan a cabo diferentes análisis *MDS*, uno por cada judge. Como resultado, una configuración general de puntos representando a los objetos es dada junto con una representación del espacio de los judge's.

El análisis de datos de elección preferencial ha atraído la atención de los metodólogos de las ciencias sociales durante mucho tiempo. El enfoque clásico, a partir del trabajo de Fechner sobre estética experimental, y formulado como teoría de la elección por

Thurstone en su famosa Ley del juicio comparativo (Thurstone, 1927), implica la asunción de una teoría unidimensional.

Así, por ejemplo, dada una matriz de correlaciones entre diversas variables, el MDS permite representar esas variables como puntos de forma que dos puntos se encontrarán tan próximos entre sí como estén de correlacionados los elementos a los que representan. Si esta relación entre correlaciones y distancias es lo suficientemente precisa, conseguiremos una representación que pondrá de manifiesto la estructura intrínseca existente, hecho que de otro modo podría permanecer oculto al investigador puesto que en general resulta mucho más difícil observar una tabla de coeficientes de correlación que una gráfica en un plano. (De Lucas Jaramillo, 2012)

Así mismo nos introducimos al comportamiento del consumidor, conociendo que el ser humano trata de satisfacer necesidades insatisfechas con recursos limitados. Y tal como lo advertía (Socrático, T. 2012) el hombre es un eterno insatisfecho, que se comporta con la naturaleza, su mundo primigenio, como un perfecto inadaptado, tratando de crear nuevos mundos. Mucho de razón tenía (Thomas Hobbes, XVI) al expresar que *homo homini lupus*, el hombre es un lobo para el hombre. Un ser al que solo le interesa su propia supervivencia, sus logros y de naturaleza intrínsecamente egoísta. Ya Torres (2011) recuerda, que en la teoría económica el egoísmo es un instinto fundamental para los seres humanos. Un egoísmo que se satisface en el individualismo como motor de la relación más relevante del mercado: necesidad y satisfacción.

Para el padre de las ciencias económicas modernas, Adam Smith, en 1937, existe la ley fundamental del egoísmo que soporta la estructura de la conducta individual y que busca el lucro versus una competencia de intercambio en los mercados libres. Para (Smith, 1776) el egoísmo como un recurso metódico es la fuerza que impulsa la economía y permite que al ser humano satisfaga su consumo. Una ansiedad que plantea la búsqueda constante hacia el estado de satisfacción.

El consumo es uno de los comportamientos esenciales en la conducta humana. Los diferentes procesos socioeconómicos se pueden comprender de mejor manera gracias al análisis de las preferencias de los individuos a lo largo del tiempo. En algunos casos el consumo llega a convertirse en un elemento de identidad económica entre los diferentes agentes. Al respecto hay que considerar el aporte de (Dubois y Rovira, 1998) al referirse que los consumidores no poseen un conocimiento perfecto de sus necesidades, ni tampoco conocen aquellos productos que servirían para satisfacerlas.

El consumo y el comportamiento de los individuos no puede ser una mirada aislada y requiere ser analizada desde la perspectiva del eje económico más importante como es la familia y, que es a la vez el núcleo fundamental de la sociedad. En la perspectiva del comportamiento del consumidor el hogar y la familia son consideradas como un solo ente. No participa de la especificación sociológica que podría tener esta referencia. Así lo refiere (Becker, 1987) que incorpora a la influencia de la familia en la toma de decisiones, en sustitución de un solo individuo. De igual manera, la familia se enmarca en la

coordinada del tiempo con el fin de llegar a satisfacer sus necesidades mediante la mayor cantidad de activos.

La teoría moderna ha identificado dos tipos de bienes: duraderos y no duraderos. El análisis de la demanda de estos dos tipos de bienes permite interiorizar las preferencias y los hábitos de los consumidores. De igual manera advierte (Arellano, 2014) existe un perfil que caracteriza al consumidor tradicional y al consumidor no tradicional. El primero lleva una conducta de consumo determinada por las necesidades básicas, el segundo se ve influenciado por la oferta y su información. En este último la promoción juega un papel muy determinante en su juicio de compra.

Metodología.

El modelo de MDS que se adoptó para este estudio es el modelo no métrico y el algoritmo SMACOF, que se describen brevemente:

MDS no métrico

La suposición del MDS métrico de que las proximidades se comportan como distancias puede ser muy restrictiva cuando se aplica el MDS a la exploración del espacio perceptual de los sujetos humanos. Con el fin de resolver este problema, Shepard y Kruskal desarrollaron esta variante del MDS que, en donde se asume que las proximidades están en escala ordinal. (Macías, Rivera, & Vera, 2007)

El problema que aborda el MDS no-métrico es el de hallar una configuración de puntos X tal que las distancias sobre ésta queden ordenadas tan cerca como sea posible a las proximidades y se logren minimizar las diferencias al cuadrado entre las disparidades y las distancias entre los puntos. Este problema es equivalente al de encontrar las coordenadas que minimicen el stress, el cual puede calcularse con la siguiente expresión (Peñaranda Arenas, 2016):

$$STRESS = \sqrt{\frac{\sum(f(p)-d)^2}{\sum d^2}} \quad (1)$$

Tal como se aprecia en la ecuación anterior, la magnitud del stress es proporcional a la diferencia entre las disparidades y las distancias, siendo entonces un indicador de la bondad de ajuste del modelo; en efecto, un valor bajo del stress indica que se obtuvo un buen ajuste con la solución, mientras que un valor alto corresponde a un mal ajuste. Con el fin de interpretar el valor del stress respecto a la bondad de ajuste de la solución suele emplearse la siguiente guía sugerida por Kruskal (Wickelmaier, 2003):

Stress	Bondad de ajuste
> 0.20	pobre
0.1	aceptable
0.05	bueno
0.025	excelente

0.00 perfecto

Tabla 1. Stress y bondad de ajuste

Fuente: (Peñaranda Arenas, 2016)

Dado que la magnitud del stress no proporciona una indicación clara de la bondad del ajuste, existen dos técnicas adicionales que comúnmente se usan para juzgar la idoneidad del modelo: el gráfico de sedimentación y el diagrama de Shepard. El primero de ellos representa la cantidad de stress frente al número de dimensiones de la solución, se busca en éste el menor número de dimensiones asociado a un valor aceptable del stress; un codo en este diagrama indica que la adición de dimensiones a la solución producirá solo una mejora menor en términos del stress, por consiguiente, el mejor ajuste se logra con aquel modelo que utiliza el número de dimensiones que corresponde al codo en esta gráfica. El diagrama de Shepard muestra la relación entre las proximidades y las distancias entre los puntos de la configuración, entre menor sea la dispersión mejor es el ajuste; en el MDS no-métrico la ubicación ideal de los puntos en este diagrama es una línea que aumenta de forma monótona y que describe a las disparidades (Wickelmaier, 2003).

Básicamente las etapas del algoritmo del MDS no-métrico son las siguientes (Wickelmaier, 2003):

- a. Hallar una configuración aleatoria de puntos, por ejemplo, mediante una muestra tomada de una distribución normal.
- b. Calcular las distancias d entre los puntos.
- c. Hallar la transformación monótona óptima de las proximidades, con el fin de obtener datos óptimamente escalados o disparidades $\hat{d}=f(p)$.
- d. Minimizar el stress entre las disparidades y las distancias encontrando una nueva configuración de puntos.
- e. Comparar el stress con algún criterio. En caso de que el stress sea lo suficientemente pequeño se termina el algoritmo y en caso contrario se retorna al paso b.

Algoritmo SMACOF

Este algoritmo minimiza el stress mediante mayorización, en efecto SMACOF significa escalamiento vía mayorización de una función complicada. En sentido estricto, la mayorización no es un algoritmo sino una prescripción para construir algoritmos de optimización. La idea de la mayorización es optimizar una función sustituta más simple que la función original, se garantiza que la función sustituta tiene un valor mayor al de la función original y es igual a esta última en un punto de soporte. En cada iteración, la configuración final es usada como el punto de inicio para la próxima iteración (Leeuw & Mair, 2009).

El algoritmo SMACOF converge a un punto fijo y es equivalente a un algoritmo de gradiente descendente ponderado con tamaño de paso constante. En la versión simple que corresponde al caso de una matriz de disimilaridad Δ simétrica, la función stress (\mathbf{X}) se define así:

$$\sigma(X) = \sum_{i<j} w_{ij}(\delta_{ij} - d_{ij}(X))^2 \quad (2)$$

El algoritmo ubica los $i, j=1, \dots, n$ puntos en un espacio euclídeo de baja dimensión de tal manera que las distancias entre los elementos en la configuración $d_i(X)$ se aproximan a las disimilaridades δ_i .

Otro dato de entrada del algoritmo es la matriz de ponderaciones $W_{n \times n}$, que al igual que la matriz de disimilaridades se asume no-negativa y con elementos iguales a cero en la diagonal. Una de las aplicaciones de esta matriz es facilitar la manipulación de los valores faltantes; por ejemplo, $w_i=0$ si el dato falta y 1 en el caso contrario; otro uso de dicha matriz es definir el énfasis que tendrán en el análisis las disimilaridades. (Arnau, 1996)

El algoritmo inicia asignando en el paso $t=0$ el punto de soporte $Y^{(0)}$ donde $X^{(0)}$ es una configuración inicial. Dentro de cada iteración t se calcula $\bar{X}^{(t)}$, siendo esta última la transformada de Guttman de la configuración, la cual se calcula mediante la siguiente ecuación (Peñaranda Arenas, 2016):

$$\bar{X}^{(t)} = V^+B(Y)Y \quad (3)$$

Donde V^+ representa la inversa de Moore-Penrose: $V^+ = (V + n^{-1}11')^{-1} - n^{-1}11'$. La matriz V se define así:

$$V = \sum_{i<j} w_{ij}A_{ij} \quad (4)$$

Los elementos de la matriz A son iguales a 1 cuando $a_{ii}=a_{jj}$, -1 en el caso que $a_{ij}=a_{ji}$, y 0 en las demás posiciones. Por otro lado, la matriz B evaluada en el punto de soporte Y es igual a:

$$B(Y) = \sum_{i<j} w_{ij}s_{ij}(Y)A_{ij} \quad (5)$$

$$s_{ij}(Y) = \begin{cases} \delta_{ij}/d_{ij}(Y) & \text{si } d_{ij}(Y) > 0 \\ 0 & \text{si } d_{ij}(Y) = 0 \end{cases} \quad (6)$$

En la versión simple de SMACOF la actualización que corresponde a la iteración t , es decir $^{(t)}$, se hace equivalente a $\bar{X}^{(t)}$. El siguiente paso es calcular el stress $\sigma(X^{(t)})$, el proceso de iteración continúa hasta que la diferencia entre el stress calculado en una iteración y la anterior sea menor a una determinada tolerancia, o en otros términos: $\sigma(X^{(t)}) - \sigma(X^{(t-1)}) < \epsilon$, o se alcance un límite en el número de iteraciones. El algoritmo garantiza que en cada iteración el stress disminuye. Otra característica del algoritmo es que a medida que aumenta el número de dimensiones de la solución disminuye la probabilidad de presencia de mínimos locales. (Torgerson, 1952)

Un aspecto a tener en cuenta del algoritmo SMACOF es que cada vez que se calculan las disparidades óptimas \hat{d}_{ij} para las distancias de la actualización de la iteración t , $d_{ij}(X^{(t)})$, éstas se normalizan de la siguiente forma (Borg & Groenen, 2005):

$$\sum_{i < j} w_{ij} (\hat{d}_{ij})^2 = \frac{n(n-1)}{2} \quad (7)$$

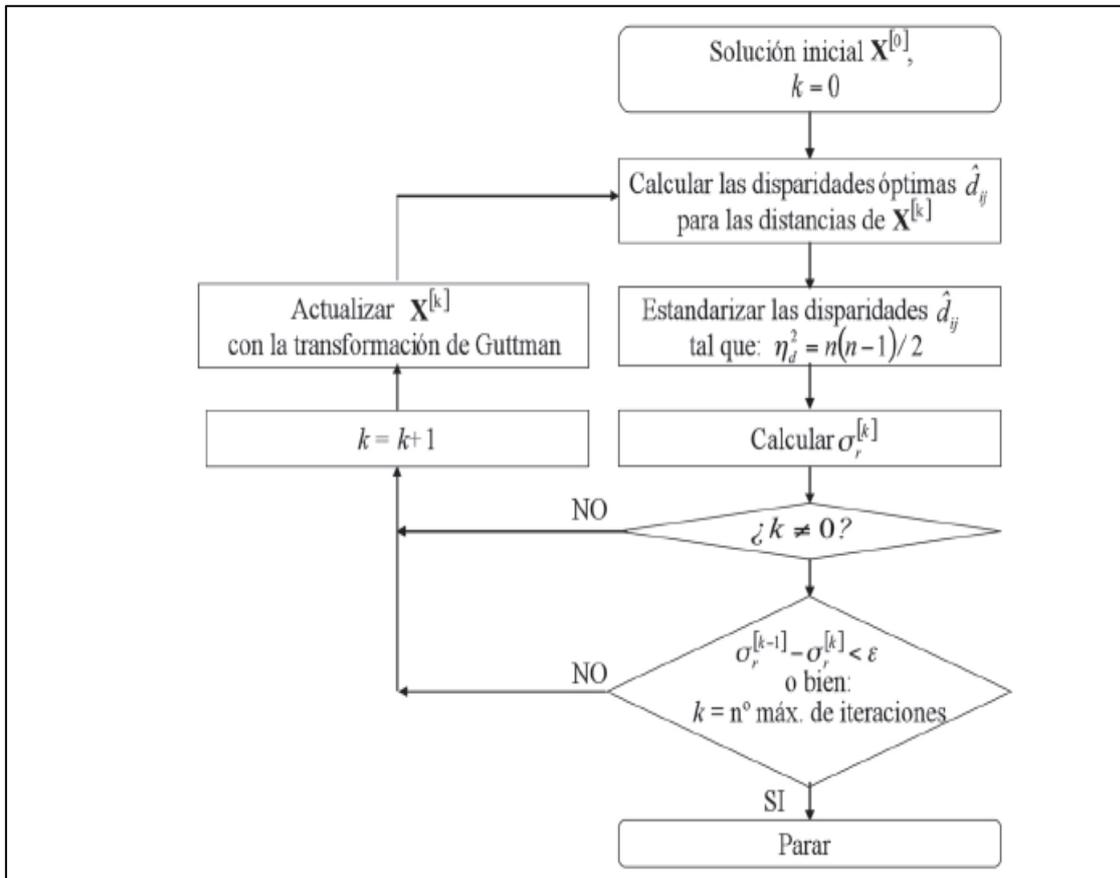


Figura 1. Esquema algoritmo SMACOF

Fuente: (Borg & Groenen, 2005)

La versión implementada de SMACOF se denomina PROXSCAL, permite elegir entre cinco transformaciones implementadas: transformaciones monótonas, lineales, polinómicas, splines o cambios de escala. Se pueden considerar también estas transformaciones para cada fuente por separado (condicionamiento matricial) o a todos los datos globalmente (nivel de medida incondicional). Todas las transformaciones se determinan mediante procedimientos de mínimos cuadrados alternantes. La minimización de esta función se conoce como un problema de proyección métrica, dado que engloba la proyección de las matrices X_r^l , en el espacio de las soluciones restringidas mediante la métrica V_r . La minimización del STRESS se lleva a cabo a través del siguiente algoritmo (De Lucas Jaramillo, 2012):

- a. Para $l = 0$ se consideran configuraciones iniciales X_r^0 , ($k=1,2,\dots,R$ y se evalúa la ecuación,

$$f(X_1^l, X_2^l, \dots, X_R^l, \phi) = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \sum_{i < j} w_{ij} [\phi(d_{ijr}) - d_{ij}(X_r^l)]^2 \quad (8)$$

- b. Para cada r se calcula la transformada de Guttman,

$$X_r = V_r^{-1} B(X_r^l) X_r^l \quad (9)$$

- c. Se resuelve la ecuación del paso 1 para el problema de proyección métrica.
- d. Se evalúa la función de pérdida,

$$f(X_1^{l+1}, X_2^{l+1}, \dots, X_R^{l+1}, \phi) = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R \sum_{i < j}^n w_{ij} [\phi(d_{ijr}) - d_{ij}(X_r^{l+1})]^2 \quad (10)$$

- e. Se considera $l=l+1$. Si la diferencia entre los valores de la función de pérdidas en las dos estimaciones consecutivas es mayor que algún criterio determinado de antemano se vuelve al paso b, en caso contrario, el algoritmo se detiene.

Aunque no se conoce en profundidad como afecta el problema de los mínimos locales a este procedimiento, se sabe que se producen y que en muchas ocasiones estos vienen motivados por la configuración inicial que se considere. Como consecuencia, PROXSCAL dispone de un procedimiento especial para determinar la configuración inicial y comenzar el algoritmo.

Método

Se obtuvo las coordenadas o distancias a través del MDS NO METRICO, ya que los datos de entrada no son proximidades, sino que proceden de una matriz rectangular de dos vías (filas x columnas) y dos modos (sujetos x ítems). Por ello, primero se construye la matriz de proximidades calculando las distancias euclídeas entre los distintos elementos y teniendo en cuenta la métrica ordinal de las respuestas emitidas por los sujetos (una escala Likert).

Población de estudio

Datos

La muestra estuvo constituida por 251 personas, 117 hombres y 134 mujeres, en edades comprendidas entre 24 y 44 años, residentes en la ciudad de Riobamba y sus diferentes parroquias urbanas, la técnica empleada para recopilar los datos fue la encuesta digital.

VARIABLES

La base de datos procede de la valoración que las personas han asignado a cada atributo, de acuerdo con cada uno de los ítems de la Tabla 2 sobre “atributos que influyen en la decisión de compra de productos lácteos”. Las respuestas se establecen con una escala de Likert de 5 puntos (desde 1: “NO ES IMPORTANTE”, hasta 5: “MUY IMPORTANTE”).

Ítem	Atributo
1	Precio
2	Marca
3	Calidad
4	Promociones
5	Sabor
6	Textura

7	Empaquetado
8	Valor nutricional
9	Color

Tabla 2. Atributos que influyen en la decisión de compra

Fuente: Elaboración propia

Selección de Atributos

En el momento de seleccionar los atributos utilizados en el presente trabajo, se consideraron dos elementos: a) por un lado, la bibliografía ya existente sobre esta temática; y b) por otro lado, se realizó un estudio piloto a través de una encuesta digital con una muestra de 120 personas, la cual arrojó como resultado la selección de 5 atributos preferentes al momento de comprar productos lácteos: precio, marca, calidad, sabor y valor nutricional.

Resultados.

En R se implementa el algoritmo SMACOF con el paquete que lleva el mismo nombre. Se crea un fichero de tipo texto con los datos aplicados en la encuesta, donde las filas representan el número de encuestados con el valor de la escala de Likert que cada uno ha seleccionado y las columnas representan las variables de estudio, como se muestra en la tabla 3, una parte de los datos.

	Precio	Marca	Calidad	Sabor	Valor_nutricional
1	4	2	4	4	5
2	4	2	4	4	2
3	4	2	5	4	4
4	2	1	1	1	1
5	3	2	5	5	5
6	3	4	4	4	3
7	3	2	3	3	3
8	3	1	3	3	2
9	2	3	3	3	4
10	1	4	4	4	4
11	1	3	3	3	1
12	4	2	4	5	3
13	2	1	2	4	3
14	2	2	2	3	2
15	2	1	4	5	4
16	2	3	3	3	4
17	3	3	4	5	2
18	3	2	5	4	5
19	4	3	3	5	5
20	4	3	3	4	4
21	3	2	4	5	5
22	1	2	4	4	3
23	3	3	3	3	3
24	2	2	4	5	5
25	4	3	4	3	3

	Precio	Marca	Calidad	Sabor	Valor_nutricional
26	3	3	3	3	3
27	2	4	4	4	4
28	3	1	3	3	3
29	4	3	5	5	4
30	3	2	4	4	5
31	2	4	4	5	3
32	2	3	5	5	5
33	4	5	5	5	5
34	3	4	5	4	5
35	3	3	3	3	3
36	3	3	3	3	3
37	3	3	3	3	4
38	4	5	5	5	4
39	3	3	2	5	5
40	3	2	4	4	2
41	3	4	3	3	5
42	3	3	3	3	3
43	4	1	3	3	4
44	1	1	2	2	3
45	2	2	3	4	5
46	2	2	2	4	3
47	2	4	3	5	5
48	3	3	3	3	5
49	2	2	3	5	5
50	4	4	4	3	3
51	1	5	5	5	5
52	3	3	4	4	4
53	2	2	3	4	5
54	1	1	1	3	4
55	3	3	3	3	3
56	3	3	3	3	5
57	4	1	5	5	3
58	2	2	2	3	3
59	1	3	5	5	5
60	5	4	4	2	4
61	3	3	3	3	5
62	2	2	3	4	3
63	1	2	3	3	1
64	2	1	3	3	5
65	3	2	3	3	3
66	2	1	1	1	2
67	2	2	5	5	4
68	3	1	4	3	4
69	1	2	3	5	5
70	2	2	3	3	3
71	3	1	3	3	5
72	3	3	1	3	3

	Precio	Marca	Calidad	Sabor	Valor_nutricional
73	3	4	4	4	4
74	4	4	4	4	4
75	3	3	3	3	4
76	3	2	3	3	4
77	1	2	3	2	3
78	2	4	4	4	4
79	1	1	2	4	2
80	2	4	4	5	5
81	4	2	4	5	3

Tabla 3. Matriz de datos

Fuente: Elaboración propia

Lo primero que se realiza es la lectura del fichero de datos llamado "DATOS_ENCUE.txt", con la línea de código:

```
atributos2<-read.delim ("~/TFM/DATOS_ENCUE.txt")
```

Luego es instalar el paquete SMACOF de R, mediante las líneas de comando:

```
> install.packages (smacof)
```

Aparecerá un mensaje indicando que Smacof ha sido instalado, para completar el proceso de instalación se debe instalar la librería smacof, tecleando: library (smacof). Con esto el proceso de instalación está completo.

Matriz de desemejanzas

A través del comando dist(x), que proporciona la matriz de distancias entre las filas de X; para los cual relacionamos con la variable atributos2 y sacamos su transpuesta, para finalmente obtener la matriz de distancias.

Por defecto el comando dist() trabaja con la distancia euclídea, con la que se está trabajando, pero existen la opción de trabajar con otros métodos como por ejemplo maximum, manhattan, canbera o minlowski.

```
#MATRIZ DE DISTANCIAS EUCLIDEAS
```

```
distan_euclideas<- dist(t(atributos2), method = "euclidean" )
```

```
distan_euclideas
```

La variable distan_euclideas, almacena la matriz de distancias y se puede visualizar de la siguiente manera:

```
> distan_euclideas
```

```
Precio  Marca  Calidad  Sabor
```

```
Marca      19.23538
```

```
Calidad    23.10844 24.00000
```

```
Sabor      25.82634 26.09598 14.24781
```

Valor_nutricional 26.21068 25.51470 17.46425 17.43560

MDS no métrico

Por medio de la función `smacofSym()`, se obtiene la salida del escalamiento multidimensional no métrico ordinal en dos dimensiones, ya que en este caso se trabaja con datos ordinales.

#algoritmo MDS NO MÉTRICO (ORDINAL)

```
mds_lacteos<-smacofSym(distan_euclidean, type="ordinal")
```

```
mds_lacteos
```

Call:

```
smacofSym(delta = distan_euclidean, type = "ordinal")
```

Model: Symmetric SMACOF

Number of objects: 5

Stress-1 value: 0.001

Number of iterations: 6

Su salida indica que se han analizado 5 objetos (variables), con 6 iteraciones y se ha obtenido un stress value de 0.001.

Para observar la configuración obtenida se utiliza el comando `summary`, de tal manera que:

```
> summary(mds_lacteos)#detalles en dos dimensiones
```

Configurations:

	D1	D2
Precio	-0.6293	0.4102
Marca	-0.6305	-0.4161
Calidad	0.2237	0.2590
Sabor	0.5823	0.1658
Valor_nutricional	0.4538	-0.4189

Stress per point (in %):

Precio	Marca	Calidad	Sabor	Valor_nutricional
0.00	50.00	24.97	0.00	25.03

Se puede observar el stress por punto, el precio y el sabor del producto tienen 0% de stress value, seguido de la calidad del producto, el valor nutricional y finalmente el más alto porcentaje se presenta en el precio del producto.

También se visualiza la salida MDS no métrico, para tres dimensiones:

```
> mds_lacteos_3<-smacofSym(distan_euclidean, ndim=3,type="ordinal")
```

```
> mds_lacteos_3
```

Call:

```
smacofSym(delta = distan_euclidean, ndim = 3, type = "ordinal")
```

Model: Symmetric SMACOF

Number of objects: 5

Stress-1 value: 0.001

Number of iterations: 11

```
> summary(mds_lacteos_3) #detalles en tres dimensiones
```

Configurations:

	D1	D2	D3
Precio	-0.5819	0.3801	-0.2154
Marca	-0.5981	-0.3931	0.2112
Calidad	0.2293	0.2117	0.1551
Sabor	0.5270	0.1054	0.2562
Valor nutricional	0.4237	-0.3041	-0.4072

Stress per point (in %):

Precio	Marca	Calidad	Sabor	Valor nutricional
42.60	7.40	0.00	40.65	9.35

Donde se puede observar, que el valor del stress no varía de 0.001, se realizan 11 iteraciones, por lo tanto, se seleccionó el MDS no métrico de dos dimensiones.

Graficas en R

```
#mapa perceptual
```

```
>plot(mds_lacteos$conf, pch=7, xlim=range(mds_lacteos$conf, repel=T, main="Configuración SMACOF"))
```

```
> atributos<-c("Precio", "Marca", "Calidad", "Sabor", "Valor_Nutricional")
```

```
> text(mds_lacteos$conf, pos = 1, labels = atributos)
```

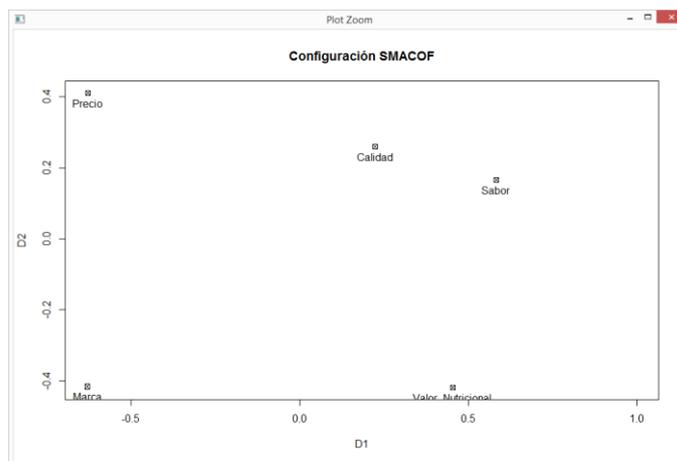


Figura 2. Configuración de variables o atributos por Smacof

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar en la figura 2, que la variable (marca) está más aleja del resto de variables siendo el grado de importancia el de menos valor para los consumidores, seguido de la variable (precio), que serían los dos aspectos con menor grado de importancia al momento de realizar la compra de un producto lácteo. Por otro lado, el sabor es la variable que presenta mayor importancia para el consumidor al momento de realizar la adquisición de un producto lácteo, esto al analizarlo de manera individual y contrastarlo con los valores medios de las variables de estudio.

>mean (atributos2)

Precio	Marca	Calidad	Sabor	Valor nutricional
2.85	2.72	3.71	3.77	3.76

En relación con las agrupaciones de variables: Sabor, Valor nutricional y Calidad quedan asociadas con valores medios de 3.77, 3.76 y 3.71 respectivamente.

Otro grupo de variables asociadas, aunque con menor grado de importancia seria: el precio y la marca del producto con valores medios de 2.85 y 2.72 respectivamente.

La dimensión 2, muestra la pertinencia de cada variable con el comportamiento del consumidor al momento de realizar la compra de un producto lácteo, se puede observar que la marca definitivamente se encuentra alejada del resto de variables, siendo el aspecto de menor importancia para el consumidor al momento de realizar la compra de un producto lácteo, se puede observar que existe un grupo de factores que asocian y confirman que el sabor, la calidad y el valor nutricional son los valores de mayor importancia para el consumidor y el precio es un factor que representa una importancia media al momento de realizar la compra de productos lácteos.

En la figura 3, se aprecia la contribución de cada atributo en el stress.

> plot(mds_lacteos, plot.type = "stressplot", main="DESCOMPOSICIÓN DEL STRESS ENTRE LOS ATRIBUTOS")



Figura 3. Descomposición del stress entre las variables o atributos

Fuente: Elaboración propia

El atributo que más contribuye (50%) es la marca del producto, pudiendo considerarse como el atributo de más difícil ajuste por el modelo, mientras que el valor nutricional y la calidad del producto lácteo contribuyen con un 25% aproximadamente sobre el stress, y finalmente el precio y sabor son los que presentan una contribución mínima al stress.

En la figura 4, se muestra las distancias frente a los residuos, se puede observar que los errores se generan dentro de la línea de regresión isótoma, lo que sugiere la presencia de heteroscedasticidad. Además de puede observar también que los residuos tienen una dirección ascendente con pendiente de 1, es decir tenemos un buen modelo.

> plot(mds_lacteos, plot.type = "resplot", main="DISTANCIAS FRENTE A LOS RESIDUOS")

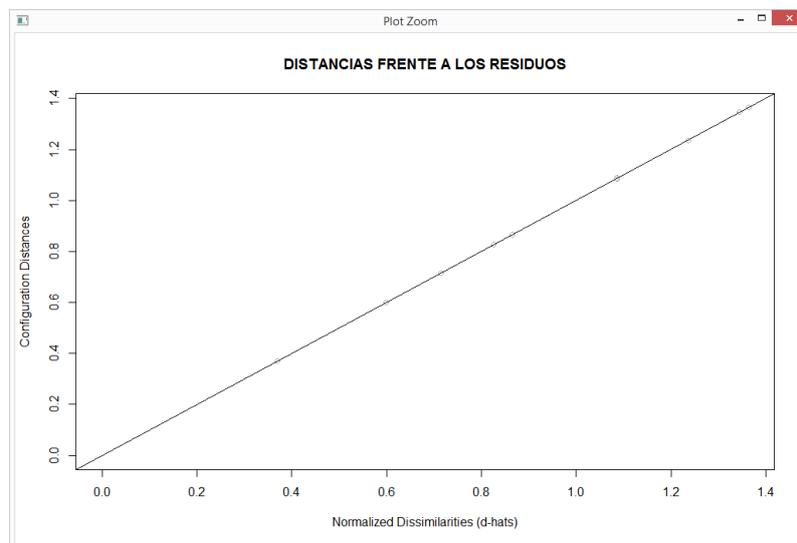


Figura 4. Valores residuales

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5, el diagrama de Shepard muestra las disimilaridades frente a las distancias transformadas (disparidades).

> plot (mds_lacteos, plot.type = "Shepard", main="DIAGRAMA DE SHEPARD")

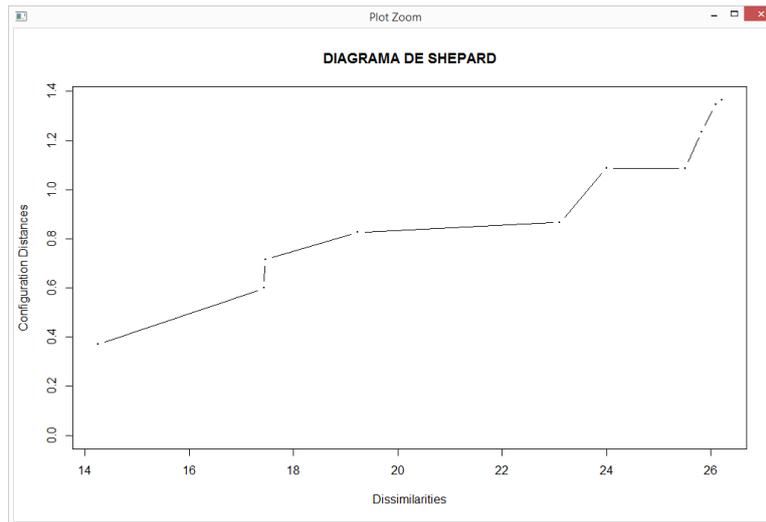


Figura 5. Diagrama de Shepard

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones.

- El comportamiento del consumidor se ha visto afectado con los efectos que ha traído la pandemia mundial desde el mes de marzo 2020, tanto así que los consumidores al momento de comprar productos lácteos en la ciudad de Riobamba, han cambiado sus preferencias y comportamiento al decidir qué factor o atributo es el más importante al momento de comprar productos lácteos, siendo su decisión considerar el sabor, la calidad y el valor nutricional como atributos más importantes en la toma de decisión, dejando de lado la influencia de la marca y el precio.
- El comportamiento del consumidor ha descartado atributos o factores como: las promociones, la textura, el empaquetado y el color de los productos lácteos, para dar paso a factores que realmente aportan al cuidado de su salud, por sobre el valor monetario, comportamiento que se ha sido afectado directamente por efectos de la cuarentena extendida a nivel nacional e internacional, a diferencia del comportamiento generado antes de la pandemia donde se consideraba en alto grado la marca y el precio del producto lácteo.
- Con este trabajo se demuestra que la técnica de Escalamiento Multidimensional puede ser utilizada en estudios de Marketing, sobre el comportamiento del consumidor como alternativa a otras técnicas multivariantes o como su complemento.

Referencias bibliográficas

- Aldana, S., Vereda, F., Hidalgo-Alvarez, R., & de Vicente, J. (2016). Facile synthesis of magnetic agarose microfibers by directed selfassembly. *Polymer*, 93, 61-64.
- Arnau, J. (1996). *Métodos y técnicas avanzadas de análisis de datos en ciencias del comportamiento*. Barcelona: Universitat de Barcelona.

- Bhat, S., Tripathi, A., & Kumar, A. (2010). Supermacro porous chitosan-agarose-gelatin cryogels. *in vitro* characterization and *in vivo* assessment for cartilage tissue engineering. *Journal of the Royal Society Interface*, 1-15.
- Borg, I., & Groenen, P. (2005). *Modern Multidimensional Scaling. Theory and Applications*. Springer.
- Bossis, G., Marins, J., Kuzhir, P., Volkova, O., & Zubarev, A. (2015). Functionalized microfibers for field-responsive materials and biological applications. *Journal of Intelligent Material Systems and Structures*, 1-9.
- Cortés, J., Puig, J., Morales, J., & Mendizábal, E. (2011). Hidrogeles nanoestructurados termosensibles sintetizados mediante polimerización en microemulsión inversa. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 10(3), 513-520.
- Crepaldi, M. (2020). Location regions for Interval Multidimensional Scaling. Granada.
- De Lucas Jaramillo, A. B. (2012). UGR. Obtenido de <https://masteres.ugr.es/>
- Dias, A., Hussain, A., Marcos, A., & Roque, A. (2011). A biotechnological perspective on the application of iron oxide magnetic colloids modified with polysaccharides. *Biotechnology Advances* 29, 29, 142–155.
- Estrada Guerrero, R., Lemus Torres, D., Mendoza Anaya, D., & Rodriguez Lugo, V. (2010). Hidrogeles poliméricos potencialmente aplicables en Agricultura. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 12(2), 76-87.
- García-Cerda, L., Rodríguez-Fernández, O., Betancourt-Galindo, R., Saldívar-Guerrero, R., & Torres-Torres, M. (2003). Síntesis y propiedades de ferrofluidos de magnetita. *Superficies y Vacío*, 16(1), 28-31.
- Ilg, P. (2013). Stimuli-responsive hydrogels cross-linked by magnetic nanoparticles. *Soft Matter*, 9, 3465-3468.
- Leeuw, J., & Mair, P. (2009). Multidimensional scaling using majorization: SMACOF in R. *Journal of Statistical Software*.
- Lewitus, D., Branch, J., Smith, K., Callegari, G., Kohn, J., & Neimark, A. (2011). Biohybrid carbon nanotube/agarose fibers for neural tissue engineering. *Advanced Functional Materials*, 21, 2624-2632.
- Lin, Y.-S., Huang, K.-S., Yang, C.-H., Wang, C.-Y., Yang, Y.-S., Hsu, H.-C., . . . Tsai, C.-W. (2012). Microfluidic synthesis of microfibers for magnetic-responsive controlled drug release and cell culture. *PLoS ONE*, 7(3), 1-8.
- Løland, A., & Høst, G. (2003). Spatial covariance modelling in a complex coastal domain by multidimensional scaling. *Environmetrics*, pp. 307-321.
- López González, E., & Hidalgo Sánchez, R. (2010). Escalamiento Multidimensional No Métrico. Un ejemplo con R empleando el algoritmo SMACOF. *Universidad de Navarra*.

- Macías, R., Rivera, C., & Vera, J. (2007). *Dialnet*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3152246>
- Mardia , K., Kent , J., & Bibby, J. (1979). *Multivariate Analysis*. Londres. Gran Bretaña: Academic Press.
- Motterlini, M. (2006). *Economía Emocional. En qué nos gastamos el dinero y por qué*. Milán: Paidós Contextos.
- Peñaranda Arenas, I. D. (2016). *UGR*. Obtenido de https://masteres.ugr.es/moea/pages/curso201516/tfm1516/peaarandaarenas_tfm
- Ruiz Estrada, G. (2004). *Desarrollo de un Sistema de liberación de fármacos basado en nanopartículas magnéticas recubiertas con Polietilén glicol para el tratamiento de diferentes enfermedades*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Física Aplicada.
- Song , J., King, S., Yoon , S., Cho, D., & Jeong, Y. (2014). Enhanced spinnability of carbon nanotube fibers by surfactant addition. *Fibres and Polymers*, 15(4), 762-766.
- Tartaj, P., Morales, M., González-Carreño, T., Veintemillas-Verdaguer, S., & Serna, C. (2005). Advances in magnetic nanoparticles for biotechnology applications. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, 290, 28-34.
- Torgerson , W. (1952). *Multidimensional scaling: I. Theory and method*. Torgerson, W. (1952)., 17, 401-419.: Psychometrika.
- Turstone, L. (1927). *A law of comparative judgment*. Psychological Review.
- Vera, J., & Mair, P. (2019). *Researchgate*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/331213974_SEMDS_An_R_Package_for_Structural_Equation_Multidimensional_Scaling/download
- Wickelmaier, F. (2003). Obtenido de <https://homepage.uni-tuebingen.de/florian.wickelmaier/pubs/Wickelmaier2003SQRU.pdf>
- Wulff-Pérez , M., Martín-Rodríguez, A., Gálvez-Ruiz, M., & de Vicente, J. (2013). The effect of polymer surfactant on the rheological properties of nanoemulsions. *Colloid and Polymer Science*, 291, 709–716.
- Zamora Mora, V., Soares, P., Echeverria, C., Hernández , R., & Mijangos, C. (2015). Composite chitosan/Agarose ferrogels for potential applications in magnetic hyperthermia. *Gels*, 1, 69-80.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Bolaños Logroño, P. F., Márquez Sañay, F. R., & Mantilla Cabrera, C. E. (2021). Escalamiento multidimensional (MDS) no métrico en el análisis del comportamiento del consumidor en la adquisición de productos lácteos . ConcienciaDigital, 4(3), 156-176. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1788>



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

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



Modelo matemático estocástico para diagnosticar calidad de agua y sedimentos en zonas influenciadas por la actividad petrolera en la provincia de Orellana.



Stochastic mathematical model to diagnose water and sediment quality in areas influenced by oil activity in the province of Orellana.

Carlos Rolando Rosero Erazo.¹, Fausto Manolo Yaulema Garces.² & Jorge Luis Yaulema Castañeda.³

Recibido: 15-05-2021 / Revisado: 26-05-2021 / Aceptado: 19-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

Abstract

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1789>

Introduction. Contamination of water by heavy metals due to oil activity constitutes one of the problems of greatest concern at the local, regional and global levels, since it constitutes a danger to aquatic biota and human health. **Objective.** Determine the stochastic mathematical model to diagnose water and sediment quality in areas influenced by oil activity in the province of Orellana, **Methodology.** Data was collected through the 24 monitoring points currently active within the province, in the case of sediments, except Mini Culebra station, because they do not have data for the established years 2015-2019. The concentrations of the non-conservative compounds under study were recorded, such

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador carlos.roseroe@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0003-2691-5578>

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales. Riobamba, Ecuador. fyalema@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-5793-976X>

³ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias. Riobamba, Ecuador jorge.yaulema@esPOCH.edu.ec, <https://orcid.org/0000-0002-0646-3984>

as: cadmium, nickel, lead and total petroleum hydrocarbons, through descriptive statistics, the river or natural channel of the first order (Napo river) and the second order (river Payamino, Coca River, Jivino River, Huamayacu River, Blanco River and Sacha River). Results. Once the mathematical model was applied in the SWAT modeling, it indicated that the TPH cover a greater range of sedimentation with a concentration of 18,704.4 to 90080 mg / ha in most micro-watersheds, the sedimentation of (Ni) ranges from 1332.68 to 1512.34 mg / ha. With the highest concentration in the micro-basins of the north and central-east zone, the concentration of (Pb) ranges from 269,948 to 323.55 mg / ha in the micro-basins of the north zone, and lastly (Cd) which is the pollutant with the lowest sedimentation presents with a concentration of 49.49 to 187.88 mg / ha, **Conclusion.** The data obtained exceed the carrying capacity, assuming a virtual accumulation of said pollutants analyzed in the rivers, so it is recommended to establish an environmental management plan for the control and treatment of hydrocarbon emissions caused by oil activity in the province of Orellana.

Keywords: Soil pollution, Heavy metals, Water quality, Hydrocarbons

Resumen.

Introducción. La contaminación del agua por metales pesados debido a la actividad petrolera constituye uno de los problemas de mayor preocupación a nivel local, regional y mundial, debido a que constituye un peligro para la biota acuática y la salud humana.

Objetivo. Determinar el modelo matemático estocástico para diagnosticar calidad de agua y sedimentos en zonas influenciadas por la actividad petrolera en la provincia de Orellana, **Metodología.** Se realizó la recolección de datos a través de los 24 puntos de monitoreo actualmente activos dentro de la provincia, en el caso de sedimentos, excepto Mini estación Culebra, debido a que no poseen datos de los años establecidos 2015-2019. Se registró las concentraciones de los compuestos no conservativos en estudio como son: cadmio, níquel, plomo e hidrocarburos totales de petróleo, mediante una estadística descriptiva, se determinó el río o canal natural de primer orden (río Napo) y de segundo orden (río Payamino, río Coca, río Jivino, río Huamayacu, río Blanco y río Sacha).

Resultados. Una vez aplicado el modelo matemático en el modelamiento SWAT indicó que los TPH cubren un mayor rango de sedimentación con una concentración de 18704.4 a 90080 mg/ha en la mayoría de microcuencas, la sedimentación de (Ni) va de 1332.68 a 1512.34 mg/ha con mayor concentración en las microcuencas de la zona norte y centro-este, la concentración de (Pb) va de 269.948 a 323.55 mg/ha en las microcuencas de la zona norte, y por ultimo (Cd) que es el contaminante que menor sedimentación presenta con una concentración de 49.49 a 187.88 mg/ha, **Conclusión.** los datos obtenidos exceden la capacidad de carga, suponiendo una acumulación virtual de dichos contaminantes analizados en los ríos, por lo que se recomienda establecer un plan de manejo ambiental para el control y tratamiento de las emisiones hidrocarbúrficas ocasionadas por la actividad petrolera en la provincia de Orellana.

Palabras clave: Contaminación del suelo, Metales pesados, Calidad del agua, Hidrocarburos

Introducción

A lo largo de los años el Ambiente a nivel global ha sufrido pérdida y disminución de su calidad ambiental, consecuencia de las actividades humanas como la explotación de recursos naturales y la presión socioambiental a la que se ha sometido provocando el deterioro de los ecosistemas y la pérdida de renovabilidad de sus recursos. La provincia de Orellana no es una excepción ya que es considerada como un hotspot de biodiversidad producto de su situación geográfica y de unas condiciones climatológicas especiales. Estas características también han favorecido una alta presencia de recursos naturales como hidrocarburos, madera, agricultura.

La explotación de hidrocarburos han sido una de las principales atracciones económicas históricas de la provincia si bien esto ha provocado también una alta presencia de contaminación derivada de dicha actividad y en especial en el sector rural, donde también se acumula la mayor presión de pobreza. Si bien es necesario monitorear la calidad del Ambiente, las zonas con alta densidad de extracción de recursos naturales y actividades hidrocarburíferas con el fin de prevenir a tiempo y mitigar de forma rápida posibles daños ambientales.

Metodología.

Unidad de Análisis

La provincia de Orellana ubicada al nororiente del país cuenta con una superficie de 21 730,05 [km] ² y una población de 150 977 habitantes, se caracteriza por ser una de las provincias con más actividad petrolera del país, esta se encuentra dividida den 4 cantones y 33 parroquias (28 parroquias rurales y 5 urbanas) (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana, 2019)

Recolección de datos

Los datos de las concentraciones de agua y sedimentos de la provincia de Orellana se los obtuvo gracias a la colaboración del GADPO, a través de estudios anteriores cuyos resultados reposan en los archivos departamentales de la institución. Dichos datos se obtuvieron de los 24 puntos existentes de monitoreo activos ubicados dentro de la provincia excepto el punto Mini estación Culebra el cual no posee datos de los años establecidos (2015-2019).

Tabla 1 Ríos seleccionados antes y después de la descarga

Ríos	Descripción	Caudal promedio	$Q = (m^3/s)$
Payamino	Antes		40.34
Napo	Después		42.50
Ríos	Descripción	Caudal promedio	$Q = (m^3/s)$
Coca	Antes		19.86
Napo	Después		17.50

Ríos	Descripción	Caudal promedio $Q = (m^3/s)$
Jivino	Antes	7.51
Napo	Después	17.50
Ríos	Descripción	Caudal promedio $Q = (m^3/s)$
Huamayacu	Antes	5.84
Napo	Después	12.50
Ríos	Descripción	Caudal promedio $Q = (m^3/s)$
Blanco	Antes	5.01
Napo	Después	20.00
Ríos	Descripción	Caudal promedio $Q = (m^3/s)$
Sacha	Antes	7.51

Tabla 2 Coordenadas de los puntos de monitoreo

Puntos de monitoreo	X	Y	Puntos de monitoreo	X	Y
Palo Azul - La Unión la Moreña	280819.0	9979701.0	Auca Central	290011.0	9928856.0
Sacha Norte 2 - Enokanqui	293839.0	9975291.0	Auca Sur	290140.0	9921892.0
Sacha Norte 1	292989.0	9965884.0	Auca 51	291211.0	9932706.0
Sacha Central	291138.0	9961630.0	Anaconda 1	294612.0	9942183.0
Sacha 192	296131.0	9971666.0	Yuca Central	301507.0	9947932.0
Nuevo Paraiso	273088.0	9960967.0	Mini Estación Culebra	289487.0	9945960.0
Huashito	272694.0	9955560.0	Yulebra 1	292337.0	9946419.0
Estación Coca	269905.0	9954387.0	Mono 1 - CPF	272232.0	9907280.0
Tigüino	284072.0	9875996.0	Mono 6 - SUR	272352.0	9905740.0
Puma 2	282800.0	9923394.0	Oso 9	263054.0	9924935.0
Nantu A	303462.0	9916947.0	Lobo 3	275401.0	9941727.0
Pindo Central	299429.0	9923999.0	Oso B	261387.0	9923896.0

Selección del río o canal natural

Se seleccionaron los ríos de primer orden (río Napo) y de segundo orden (río Payamino, Coca, Jivino, Huamayacu, río Blanco y río Sacha), debido a la cercanía de los puntos de monitoreo y a la existencia de información hídrica de antes y después.

Constitución de un modelo matemático

Se considera que en los modelos de calidad es necesario la hidrología utilizando modelos matemáticos que relacionen las entradas de aguas residuales con la calidad del agua del cuerpo receptor (Osina, 2011)

Las partes constitutivas de los modelos estocásticos para la calidad del agua están compuestas por variables físicas como la temperatura y la salinidad. Variables químicas y biológicas como: oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno, coliformes fecales, fosforo orgánico y lo que se analiza en este estudio que son los metales pesados (Arreguín, Alcocer, & Hernández, 2010).

De la descarga de los contaminantes en la fuente receptora, y el caudal promedio es la media ponderada de los datos proporcionados por dicha información de cada uno de los ríos. promedio es la media ponderada de los datos proporcionados por dicha información de cada uno de los ríos.

Estimación de datos

Se realizó mediante una ecuación matemática determinística, diferencias de concentraciones de un punto a otro más cercano.

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^n (z_i / (d_i^p))}{\sum_{i=1}^n (z_i / (d_i^p))}$$

La interpolación del punto problema se realiza asignando pesos a los datos del entorno en función inversa de la distancia que los separa, trata una media ponderada de los daros en función de la distancia hacía puntos más cercanos.

Elección del modelo matemático unidimensional

Son los modelos más simples y comúnmente utilizados en el análisis de la calidad de agua de ríos, estos modelos asumen que los cambios significativos que sufren los parámetros determinan la calidad del agua a lo largo del perfil longitudinal del recurso acuático (Ziemińska & Skrzypski, 2012).

Para formular una relación determinística entre los residuos descargados al ambiente y la calidad del agua resultante, ambas en términos de un mismo compuesto, se debe considerar un volumen de río donde la coordenada x se alinea con la longitud del río, la coordenada y con su ancho, y la coordenada z con la profundidad del río.

Ciertos cuerpos de agua son considerados homogéneos considerando las variables de la calidad de agua en direcciones transversal y vertical, pues, el contaminante varía solo en la dirección del río, esta característica es conocida como unidimensional, en contraste con los cuerpos de agua en los sistemas tridimensionales. -

Balance de masas

Las fórmulas utilizadas en el balance de masas se basan en lo descrito por (Guzmán, y otros, 2011):

La masa total del compuesto $C \left[\frac{M}{L^3} \right]$ que entra a través de la sección de control, en un intervalo de tiempo Δt es:

$$Q \cdot C \cdot \Delta t \quad ec. 1$$

La masa total del compuesto $C \left[\frac{M}{L^3} \right]$ que entra a través de la sección de control, en un intervalo de tiempo Δt es:

$$Q \cdot C \cdot \Delta t \quad ec. 2$$

Donde:

Q es el caudal en el río.

De manera similar, la masa de contaminante que sale del volumen de control a través de una cara situada a una distancia Δx de la zona de entrada está dada por:

$$(Q + \Delta Q) \cdot \left(C + \frac{\partial C}{\partial x} \Delta x \right) \cdot \Delta x \quad ec. 3$$

A partir de las definiciones anteriores, la variación de la masa del compuesto C dentro del volumen de control debido a la entrada y salida de contaminante, así como también debido a reacciones simples, sobre el intervalo de tiempo Δt es:

$$V \cdot \Delta C = Q \cdot C \cdot \Delta t - (Q + \Delta Q) \cdot \left(C + \frac{\partial C}{\partial x} \Delta x \right) \cdot \Delta t \pm K \cdot V \cdot C \cdot \Delta t \quad ec. 4$$

Donde:

$K \left[\frac{1}{T} \right]$ representa el coeficiente de una reacción de primer orden que describe la pérdida o ganancia del compuesto C .

Al expandir la ecuación 4 y dividir por el intervalo de tiempo, Δt , y el volumen $V (= A \cdot \Delta x)$, se tiene:

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = -\frac{Q}{A} \cdot \frac{\partial C}{\partial x} - \frac{C}{A} \cdot \frac{\Delta Q}{\Delta x} - \frac{\Delta Q}{A} \cdot \frac{\partial C}{\partial x} \pm K \cdot C \quad ec. 5$$

Si el límite cuando el tamaño de la separación, Δx , y el intervalo de tiempo, Δt , se aproximan a cero se define como:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\frac{Q}{A} \cdot \frac{\partial C}{\partial x} - \frac{C}{A} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x} \pm K \cdot C \quad ec. 6$$

O escrito en forma más reducida:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = -\frac{1}{A} \cdot \frac{\partial(Q \cdot C)}{\partial x} \pm K \cdot C \quad ec. 7$$

Las ecuaciones 6 y 7 representan la ecuación diferencial básica para el estudio de un sistema simple y no dispersivo

Si la variable C representa un compuesto conservativo, $K=0$. El flujo, el área perpendicular, así como el coeficiente de decaimiento pueden ser funciones de la distancia y tiempo.

Comúnmente se considera el origen del eje x en la ubicación de una descarga. De esta manera, una condición de borde característica es:

$$C = C_0(t) \text{ en } x = 0 \text{ ec. 8}$$

Donde:

$C_0(t)$ es la concentración del compuesto C en la localización de la descarga.

2.8. Régimen Permanente, Compuesto No conservativo

Las fórmulas utilizadas se basan en lo descrito por (Guzmán, y otros, 2011):

En este caso la ecuación 6 se puede escribir como:

$$0 = -\frac{Q}{A} \cdot \frac{dC}{dx} - \frac{C}{A} \cdot \frac{dQ}{dx} - K \cdot C \text{ ec. 9}$$

Si nuevamente se supone que el caudal y el área transversal son constantes, y solo se considera descargas puntuales, la ecuación 9 se puede escribir como:

$$0 = -\frac{Q}{A_0} \cdot \frac{dC}{dx} - K \cdot C = -u \cdot \frac{dC}{dx} - K \cdot C \text{ ec. 10}$$

Con la condición de borde:

$$C = C_0 \text{ en } x = 0 \text{ ec. 11}$$

La integración de la ecuación 11 permite escribir:

$$C(x) = C_0 \cdot \exp\left[-\frac{K}{u} \cdot x\right] \text{ ec. 12}$$

Tasa de desoxigenación en función del caudal:

$$k = 1.796 Q^{-0.49} \text{ ec. 13}$$

En la ecuación 12, K está en d^{-1} y el caudal Q en m^3/s . El rango de aplicación de esta expresión es para caudales entre 0.3 y 23 m^3/s , por encima del mayor caudal, los autores de la ecuación demostraron que K es independiente del caudal y los valores son consistentes con las tasas encontradas por laboratorio. Por encima del rango de la ecuación 12, puede suponerse un valor constante de 0.30 d^{-1} (Autoridad Nacional De Licencias Ambientales (ANLA), 2013).

Al sustituir la expresión para la concentración C_0 se puede obtener:

$$C(x) = \left(\frac{Q_R \cdot C_R + Q_D \cdot C_D}{Q_R + Q_D} \right) \cdot \exp \left[-\frac{K}{u} \cdot x \right] \text{ec. 14}$$

Resultados

Los estudios de modelación son importantes porque permiten conocer la cantidad, calidad y tipo de sustancias que ingresan en los cuerpos de agua, esto permite la fijación de condiciones particulares de descargas, así como la toma de decisiones que permitan establecer acciones para la conservación de los recursos, garantizando y promoviendo la conservación sustentable del ambiente (Montelongo et al., 2008).

De acuerdo con los datos de TPH de calidad de agua existen datos faltantes debido a que en los puntos de monitoreo del Gobierno Autónomo Descentralizado de la provincia de Orellana no se está analizando dicho factor, por lo que a continuación se describe los datos de sedimentos de cada uno de los factores que se analizaron tales como: Cadmio, Níquel, Plomo y TPH en los años establecidos.

Tabla 3 Datos de TPH en los puntos de monitoreo

ID	PUNTOS DE MONITOREO	TPH (MG/L)				
		2015	2016	2017	2018	2019
1	Palo Azul - La Unión la Moreña	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2	Sacha Norte 2 - Enokanqui	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	Sacha Norte 1	33.20	0.00	0.00	0.038	0.00
4	Sacha Central	1.40	0.00	0.00	15.00	0.00
5	Sacha 192	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00
6	Nuevo Paraiso	0.00	0.00	0.00	0.0078	0.00
7	Huashito	0.00	0.00	0.00	0.0073	0.00
8	Estación Coca	0.00	0.00	0.00	0.0095	0.00
9	Tigüino	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Puma 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11	Nantu A	0.00	0.00	0.00	0.0087	0.00
12	Pindo Central	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
13	Auca Central	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
14	Auca Sur	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
15	Auca 51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
16	Anaconda 1	0.00	0.00	0.00	0.0069	0.00
17	Yuca Central	0.00	0.00	0.00	0.0028	0.00
18	Mini Estación Culebra	0.00	0.00	0.00	0.0066	0.00
19	Yulebra 1	0.00	0.00	0.00	0.0076	0.00

Análisis exploratorio de datos

Estudio de datos desde todas las perspectivas tomando en consideración las concentraciones y caudales en bruto de los ríos en los diferentes puntos y con todas las herramientas posibles, cuyo propósito es extraer cuanta información sea posible, a través de gráficos estadísticos.

Debido a que La validación de un modelo matemático implica el uso de un número de datos y pruebas con estos, misma que puede ser operacional (comparación de datos) reales con datos simulados) o conceptual. (Sámano) Los estudios de modelación son importantes porque permiten conocer la cantidad, calidad y tipo de sustancias que ingresan en los cuerpos de agua, esto permite la fijación de condiciones particulares de descargas, así como la toma de decisiones que permitan establecer acciones para la conservación de los recursos, garantizando y promoviendo la conservación sustentable del ambiente. Por lo que se analizó de manera independiente la concentración de cada contaminante.

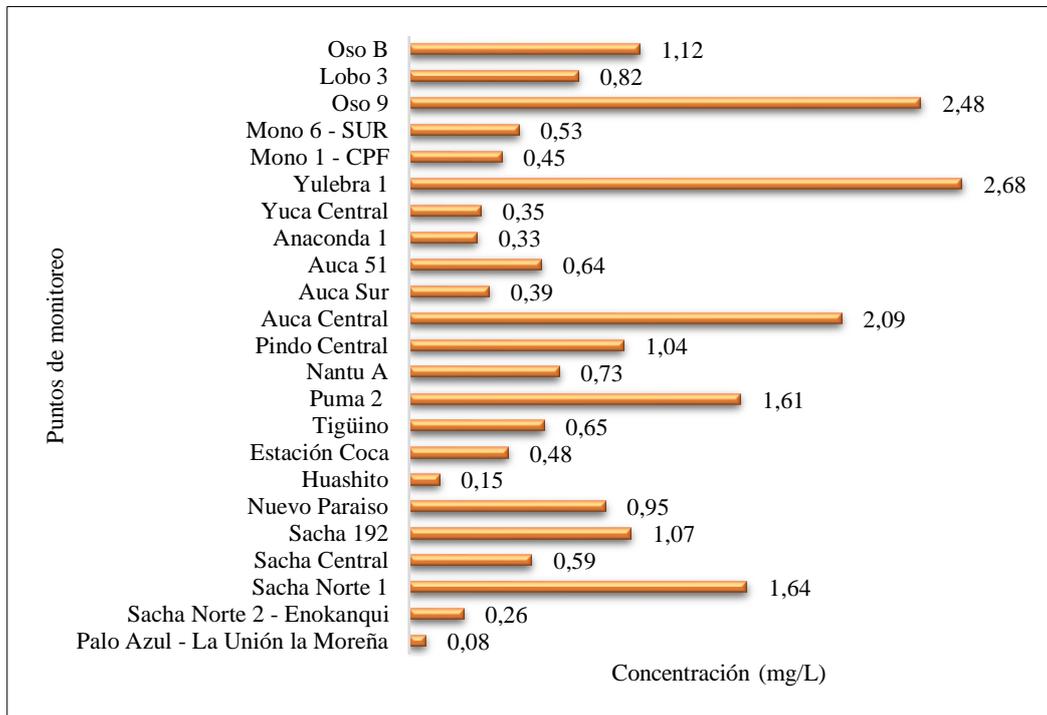


Gráfico 1. Concentración de cadmio

En el punto Yulebra 1 existió una concentración de 2.68 mg/L, a través de una media ponderada, por lo que indica que hay una mayor acumulación de Cadmio, mientras que en el punto Palo Azul-La Unión la Moreña se obtuvo una concentración de 0.08 mg/L, es decir una menor acumulación.

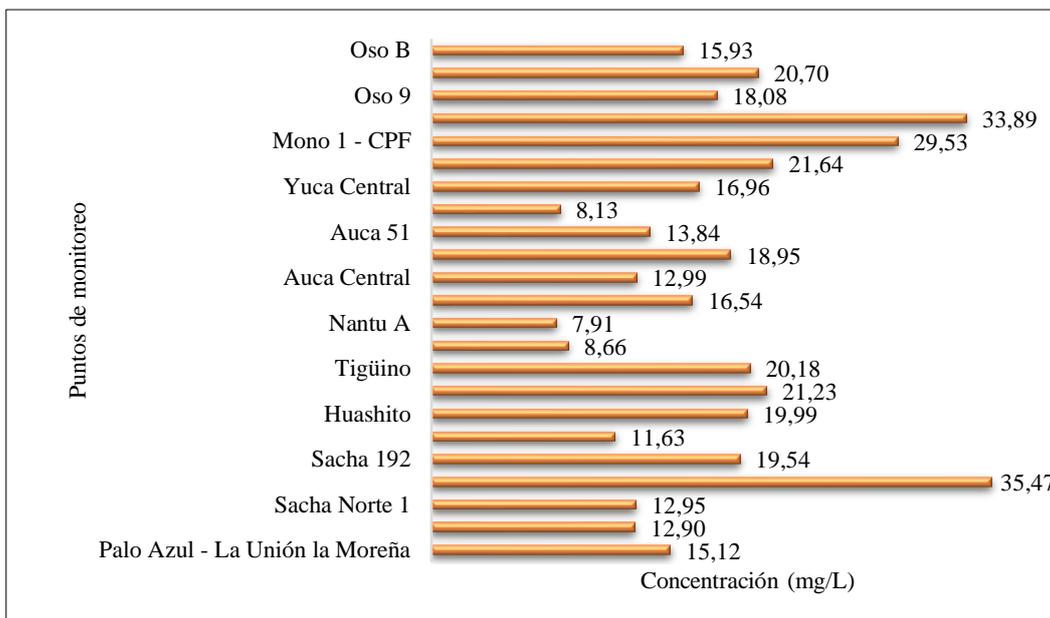


Gráfico 2. Concentración de níquel

En el punto Sacha central existió una concentración de 35.47 mg/L, a través de una media ponderada, por lo que indica que hay una mayor acumulación de níquel mientras que en el punto Nantu-A se obtuvo una concentración de 7.91 mg/L, es decir una menor acumulación de Níquel en el punto.

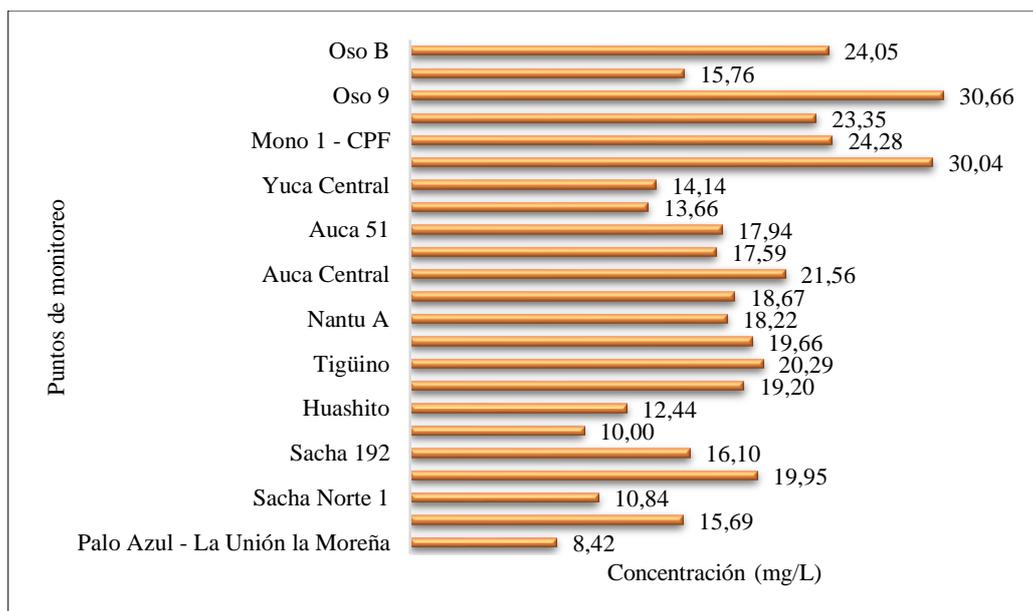


Gráfico 3. Concentración de plomo

En el punto Oso 9 existió una concentración de 30.66 mg/L por medio de una media ponderada, lo que indica una mayor acumulación de Plomo, mientras que en el punto Palo Azul-La Unión la Moreña se obtuvo una concentración de 8.42 mg/L, es decir una menor acumulación de Plomo.

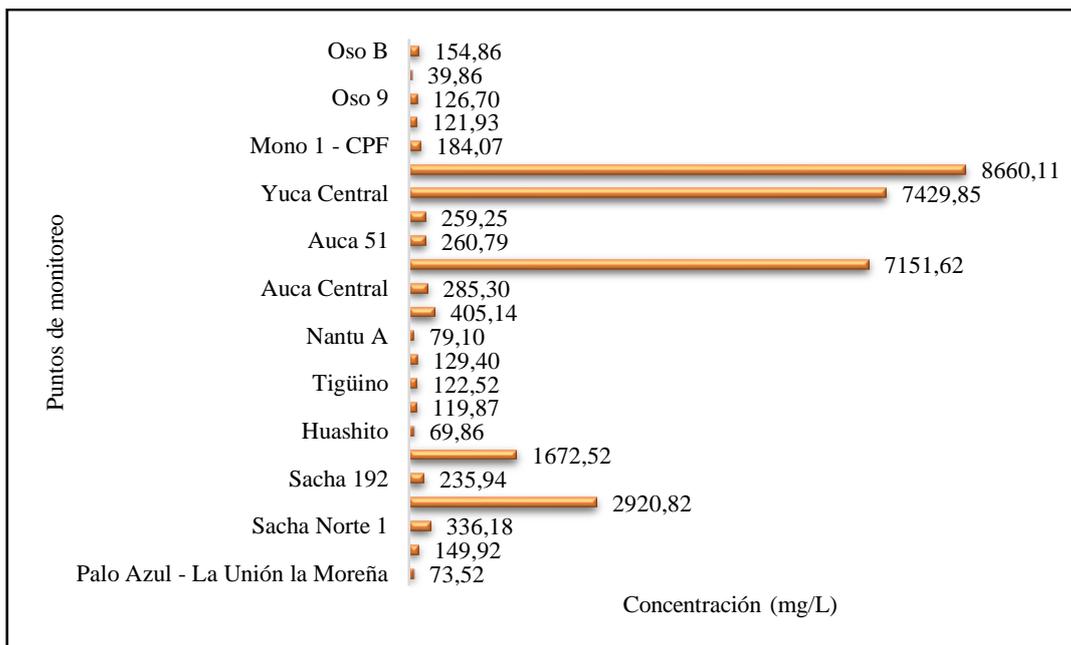


Gráfico 4. Concentración de hidrocarburos totales de petróleo

En el punto Yulebra 1 existió una concentración de 8660.11mg/L a través de una media ponderada, por lo que indica una mayor acumulación de hidrocarburos, totales de petróleo mientras que en el punto Lobo 3 tuvo una concentración de 39.86 mg/L, es decir una menor acumulación de hidrocarburos.

Calidad de agua en los ríos

La calidad de agua está definida como las condiciones fisicoquímicas de un sistema que contribuyen al mantenimiento de la biota presente en los cuerpos de agua, garantizando el equilibrio del sistema con el ambiente (Marusic, 2013).

La presencia excesiva de contaminantes debido a las actividades extractivas, modelos de transportes, generación de energía y actividades cotidianas producen contaminantes que son transportados por las corrientes de aire y son depositados en cuerpos de agua (Owa, 2013). Índice de calidad del agua es un número que determina las características del agua por la combinación de ocho variables para dar a conocer un métodos simple y veraz (Barrabino et al., 2017).

Modelo teórico general

Por medio del uso de software especializado se identificó la dirección de los Ríos en la zona de estudio. Este es un parámetro importante para el modelo matemático La dirección se lo realiza con las herramientas de HYDROLOGY sustentado en el software (arcgis).

Se seleccionaron los ríos de primer orden, río Napo y de segundo orden río Payamino, Coca, Jivino, Huamayacu, Blanco y Sacha, debido a la cercanía de los puntos de monitoreo y a la existencia de información cartográfica de antes y después de la descarga de los contaminantes en la fuente receptora, y el caudal promedio es la media ponderada de los datos proporcionados por dicha información.

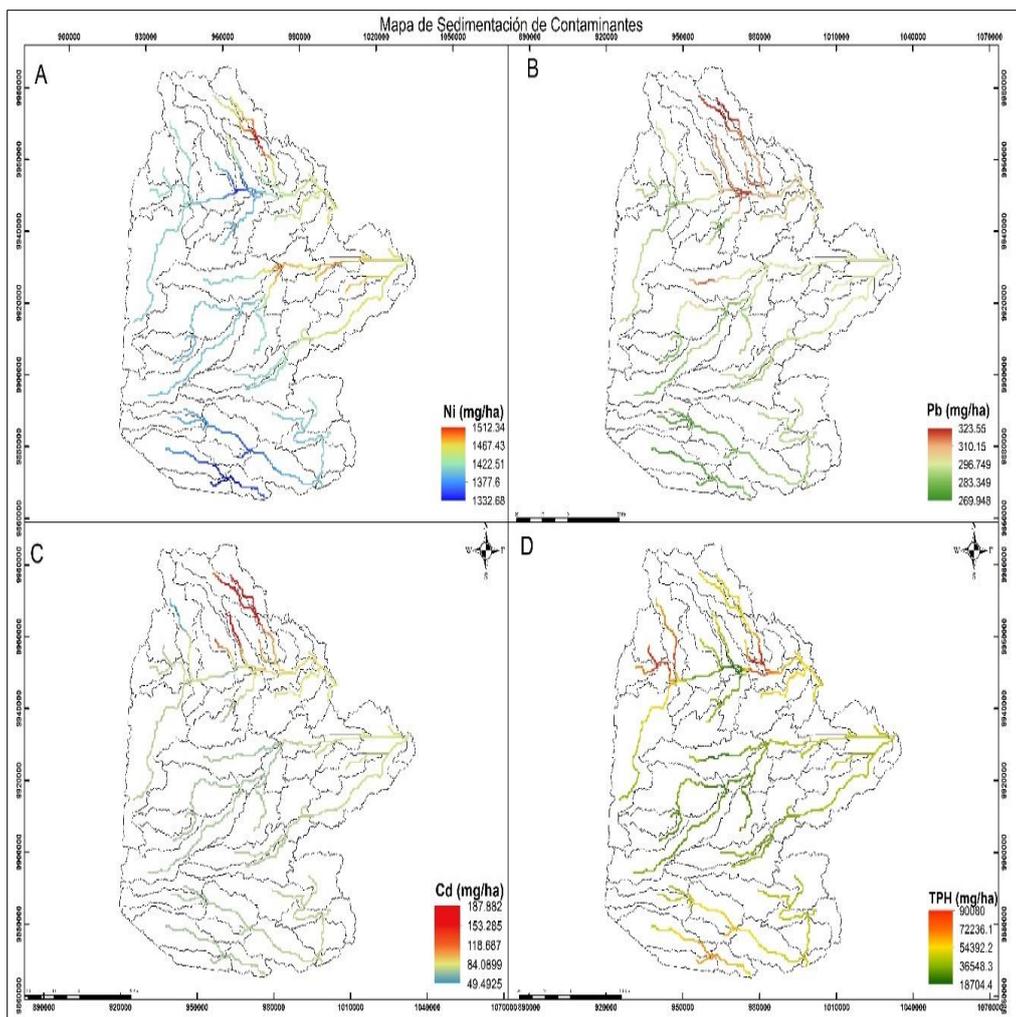


Gráfico 5. Estimación de concentración de variables

En el gráfico 5 se observa que una vez aplicado el modelo matemático en el modelamiento SWAT, el mapa A indica que la sedimentación de níquel va de 1332.68 a 1512.34 mg/ha, donde las microcuencas de la zona norte y centro-este tiende a tener mayor acumulación de dicho contaminante. Por otro lado, en el mapa B, la concentración de plomo va de 269.948 a 323.55 mg/ha en las microcuencas de la zona norte. El cadmio es el contaminante que menor sedimentación presenta, de 49.49 a 187.88 mg/ha y mantiene la predominancia, al igual que en los anteriores casos, de mayor acumulación en las microcuencas de la zona norte.

En contraste a este, los hidrocarburos totales de petróleo son los que cubren un mayor rango de sedimentación de 18704.4 a 90080 mg/ha en la mayoría de las microcuencas, por lo que estos excederían la capacidad de carga, suponiendo una acumulación virtual de dichos contaminantes. Cabe señalar que se programó un período de 5 años, correspondiente al período de monitoreo, como el período de iso-balance en donde la escorrentía y precipitación garantizan una acumulación hídrica correspondiente al balance de los cuerpos hídricos subterráneos sean estos confinados o libres según la litología que los origine.

Balance de masas

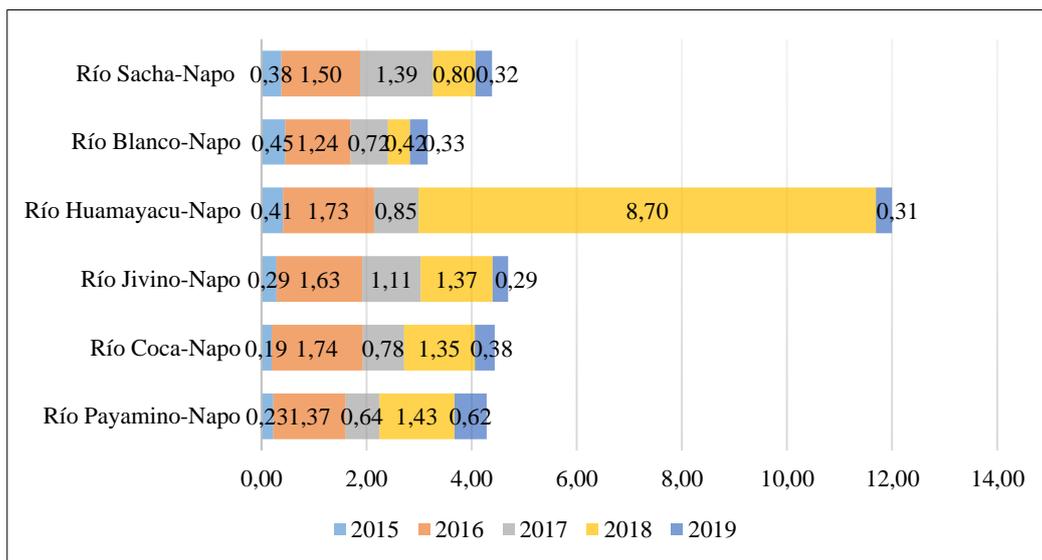


Gráfico 6. Cadmio presente en la relación del río de primer orden con los ríos de segundo orden

Mediante el balance de masa realizado se obtiene como resultado que en la relación de contaminación del río principal de la provincia de Orellana (río Napo) con los ríos secundarios se encuentra la mayor concentración de Cadmio en el río Huamayacu con 8,70 mg/l ocurrido en el año 2018 el cual sobrepasa los límites permisibles, teniendo en consideración que en este año se encuentra la mayor concentración de cadmio en todos los ríos estudiados, pero existe una considerable disminución en el año 2019 con una concentración de 0,29 mg/L en el río Jivino-Napo. Lo cual se considera favorable para la población ya que el cadmio al llegar a los ríos se deposita en los sedimentos es absorbido por plantas y animales que llegando a la cadena alimentaria perjudica a los pobladores de la provincia causando daños en sus riñones, pulmones y sistema nervioso (Mero et al., 2019).

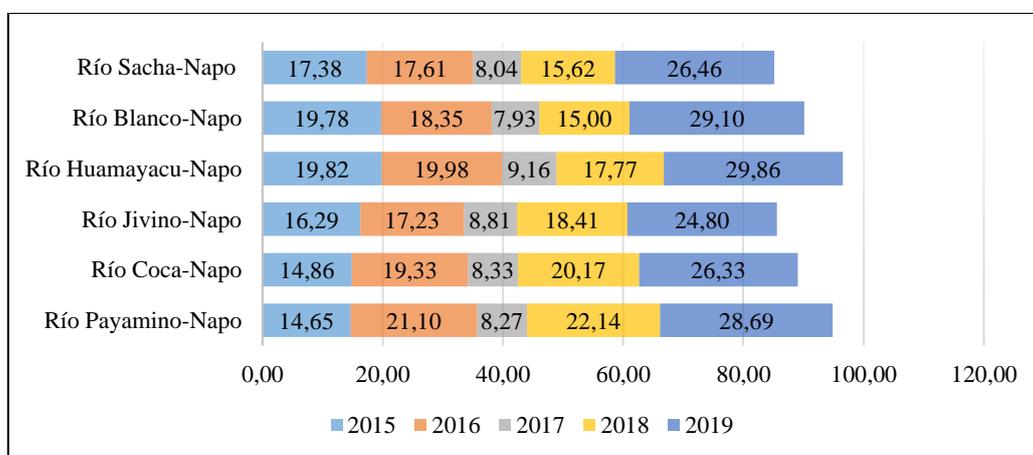


Gráfico 7. Níquel presente en la relación del río de primer orden con los ríos de segundo orden

El análisis en la concentración de Níquel nos indica que existe una mayor concentración en la relación río Huamayacu – Napo tiene una concentración de 29,86 mg/L siendo esta la

mayor de todas y la menor concentración en el mismo año con 24,80 mg/L en el río Jivino-Napo.

Níquel al terminar en la superficie de agua puede disminuir el rango de crecimiento de algas ocasionando alteración en los ciclos biogeoquímicos, la retención de nutrientes, la formación y estabilidad de los sedimentos y modifican la velocidad de la corriente (Bojorge & Cantoral, 2016).

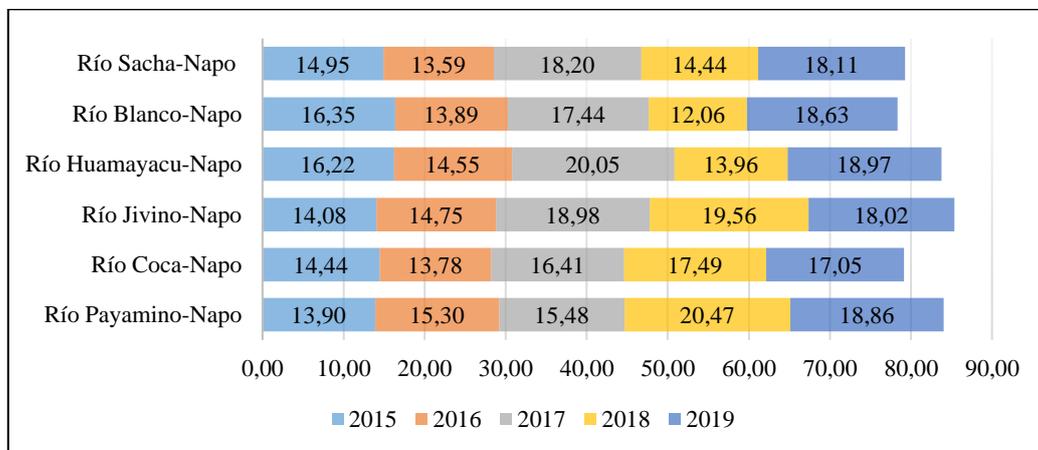


Gráfico 8. Plomo presente en la relación del río de primer orden con los ríos de segundo orden

Con respecto a la concentración de plomo a pesar de que no exista gran variabilidad en sus concentraciones se observa que un mayor porcentaje de este metal en la relación río Payamino-Napo en el año 2018 con 20,47 mg/L, concentración que representa un peligro ya que el plomo no es un elemento biodegradable y persiste en el agua y sedimentos acumulándose en los sistemas acuáticos ocasionando alteraciones en los organismos vivos que lo habitan con la posibilidad de que llegue a la cadena alimentaria y perjudique la salud de los pobladores.

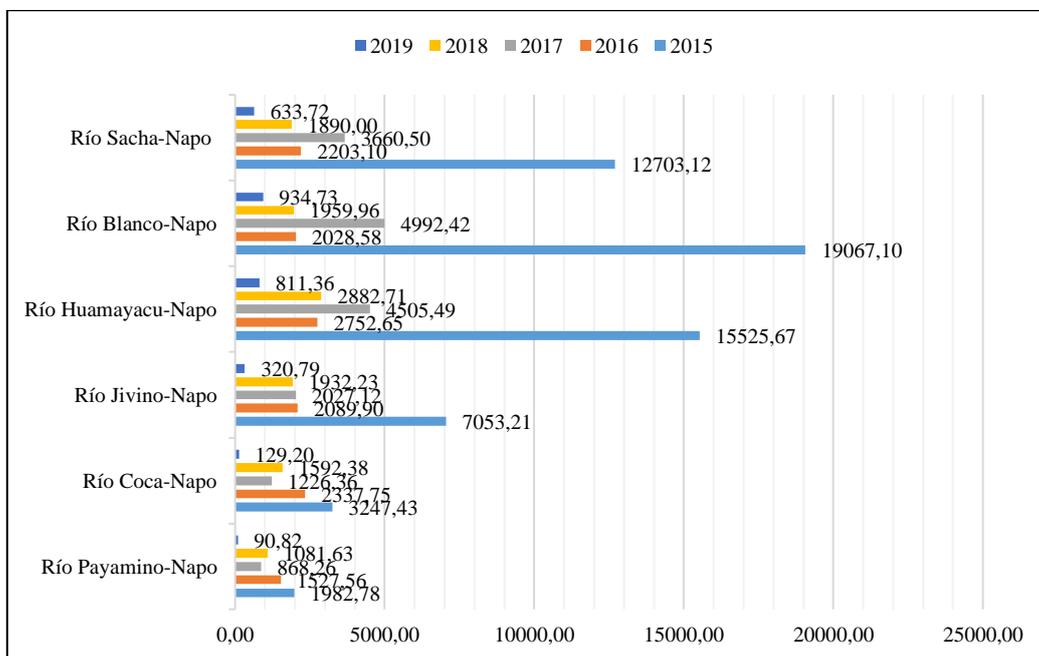


Gráfico 9. TPH presente en la relación del río de primer orden con los ríos de segundo orden

Mediante el diagrama se puede identificar que la mayor concentración de TPH se encuentra en la relación Río Blanco – Napo con 19057, 10 mg/L, siguiéndole la relación Río Jivino - Napo con 15525,67 mg/L y la menor concentración ocurrió en el año 2019 relación río Coca-Napo por lo que se puede evidenciar una descendiente actividad petrolera en la localidad o a la vez un mejor tratamiento.

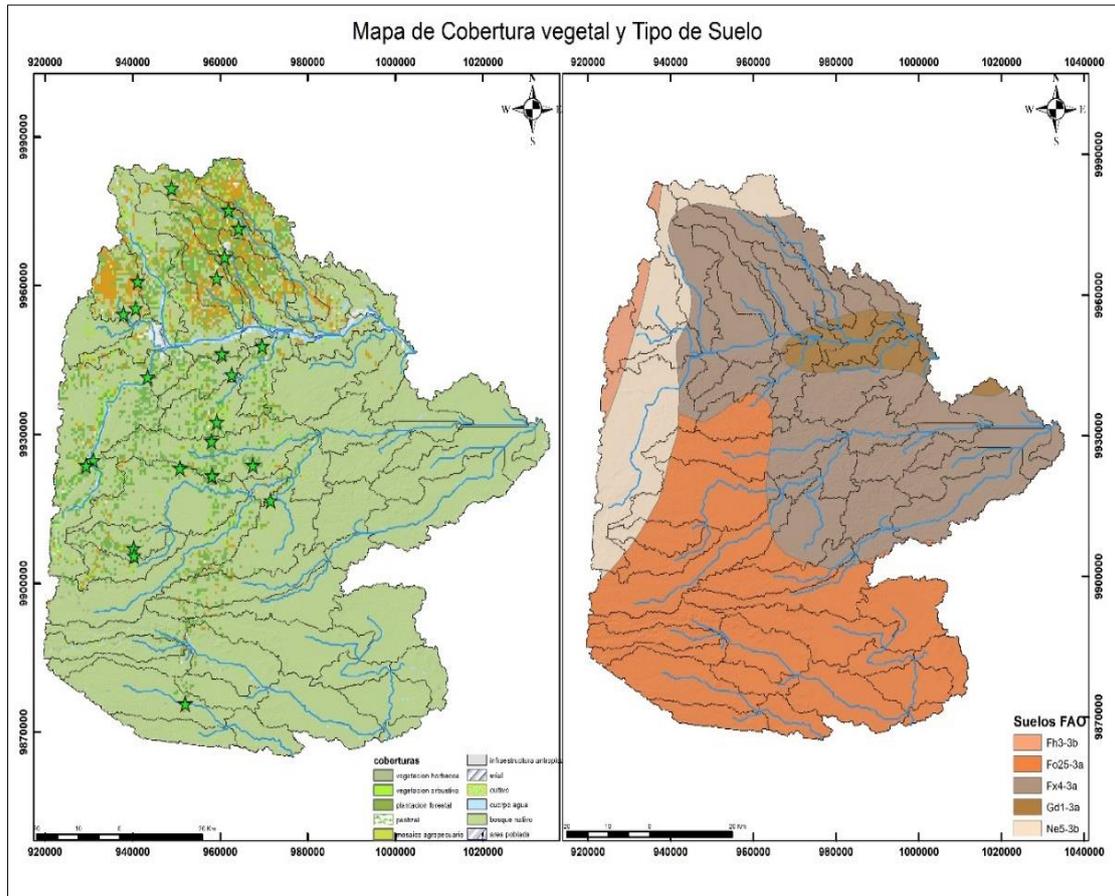


Gráfico 10. Mapa de cobertura vegetal y tipo de suelo

En el gráfico 10 se observa que el mapa A las coberturas vegetales con mayor porcentaje dentro del área de estudio son los de tipo bosque nativo, seguido de plantaciones forestales; adicional a esto se observa que la vegetación agropecuaria y cultivos en general son los que aprovechan las áreas colindantes a los cuerpos hídricos y mismas en que se desarrollan determinados asentamientos humanos en la zona norte.

Por otro lado, el mapa B indica el tipo de suelo predominante Fo25-3^a asociado a suelos Acrisoles pinílicos y oórticos, y Fx4-3^a asociados a Glendisoles distríticos y pliníticos según la clasificación correspondiente de la Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación que corresponden a los órdenes taxonómicos de inceptisoles, ultisoles, entisoles y andosoles correspondientemente.

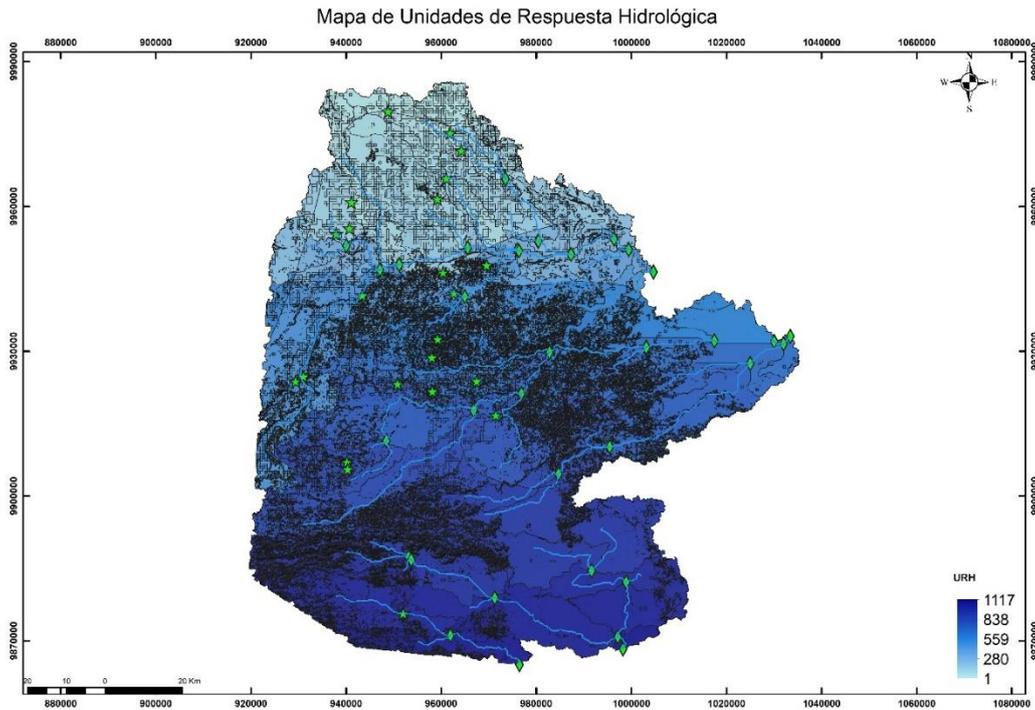


Gráfico 11. Mapa de unidades de respuesta hidrológica

Las unidades de respuesta hidrológica (URH) nos indican homogeneidad en términos de respuesta hidrológica y características geo-climáticas: la pendiente (la cual determina la velocidad de la escorrentía), la elevación (de esta depende la precipitación) y las condiciones meteorológicas (temperatura, precipitación, velocidad, dirección del viento, evo transpiración y radiación solar), Estas permiten determinar las propiedades dominantes y como indica el gráfico 11 el mapa posee una mayor generación de escorrentía y acumulación de agua en la zona baja de la subcuenca es decir en la forma semi - distribuida acorde a los caudales, tipo de suelo y pendiente que son los factores principales a los que se le atribuye en el modelo. Esto va ligado con la cantidad de sedimentación promedio anual por hectárea ya que es inversamente proporcional a las condiciones del ciclo hidrológico obtenido por el modelo.

Conclusiones.

- Este estudio evidencia la contaminación por metales pesados presente durante el periodo 2015-2019 ocasionado por actividades petroleras realizadas en la provincia, además, mediante la aplicación del modelo matemático se realizó una proyección de la concentración de los diferentes metales pesados en las subcuencas de la provincia.
- Se realizó un análisis exploratorio de datos para la aplicación del modelo matemático de diagnóstico de calidad de agua y sedimentos, donde se identificó mediante la aplicación de gráficos estadísticos y una media ponderada la mayor concentración de los diferentes puntos de monitoreos analizados, en donde cadmio se encontró en mayor concentración en el punto Yulebra 1 con 2,68 mg /L, níquel tuvo su mayor concentración en el punto Sacha central con 35,47 mg

/L, plomo su mayor concentración fue en el punto Oso 9 con 30,66 mg /L y finalmente la mayor concentración de hidrocarburos totales de petróleo se encontró en el punto Yulebra 1 con 8660,11 mg /L.

- Se estableció un modelo hidrológico mediante el cual se identificó la dirección de los ríos de primer orden río Napo y de segundo orden río Payamino, río Coca, río Jivino, río Huamayacu, río Blanco y río Sacha obteniendo así una media ponderada la cual vendría a ser el caudal promedio de los ríos antes y después de la descarga siendo el río Napo el de mayor caudal con 42,50 $[(m)]^{3/s}$ seguido del río de segundo orden el río Payamino con 40,34 (m^3/s) y aplicando una ecuación determinística se realizó la diferencia de concentraciones de un punto a otro más cercano.
- Se evaluó la calidad de los ríos de primer y segundo orden mediante la aplicación del modelo matemático, en donde nos indica que la sedimentación de Ni que va de 1332.68 a 1512.34 mg/ha, tiene a acumularse en la zona norte centro, la concentración de Pb que va de 269.948 a 323.55 mg/ha se acumula en la zona norte, el Cd es el contaminante que menor sedimentación presenta, de 49.49 a 187.88 mg/ha tiende a acumularse en la zona norte y los TPH es el contaminante con mayor grado de sedimentación de 18704.4 a 90080 mg/ha en todas las zonas, estableciendo así que los datos obtenidos exceden la capacidad de carga, suponiendo así una acumulación virtual de dichos contaminantes analizados en los ríos.

Referencias bibliográficas

Arreguín, F., Alcocer, V., & Hernández, D. (2010). Modelación de redes de agua potable con enfoques determinísticos y estocásticos. *Tecnología y Ciencias del Agua, antes Ingeniería hidráulica en México*, 1(4), 119-136.

Autoridad Nacional De Licencias Ambientales (ANLA). (2013). *Metodología para la definición de la longitud de influencia de vertimientos sobre corrientes de agua superficial*. Bogotá D.C.: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de https://www.anla.gov.co/documentos/ciudadania/03_partic_ciudadana/conpub/Metodologia_-_Longitud_de_Influencia_de_Vertimientos.pdf

Barrabino, A., Keleşoğlu, S., Eftekhardakhah, M., Simon, S., & Sjöblom, J. (2017). Enhanced Sedimentation and Coalescence of Petroleum Crude Oil Emulsions by New Generation of Environmentally Friendly Yellow Chemicals. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 38(12), 1677-1686. doi:<https://doi.org/10.1080/01932691.2015.1004410>

Bojorge, M., & Cantoral, E. (2016). La importancia ecológica de las algas en los ríos. *Hidrobiológica*, 26(1), 1-8.

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Orellana. (2019). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial*. Gobierno Autónomo Descentralizado de

la Provincia de Orellana. https://www.gporellana.gob.ec/wp-content/uploads/2017/03/Plan_de_ordenamiento_2016.pdf

- Guzmán, G., Thalasso, F., Ramírez, E., Rodríguez, S., Guerrero, A., y Avelar, F. (2011). Evaluación espacio-temporal de la calidad del agua del río San Pedro en el Estado de Aguascalientes, México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 27(2), 89-102.
- Marusic, G. (2013). A study on the mathematical modeling of water quality in "river-type" aquatic systems. *Wseas transactions on fluid mechanic*, 8(2), 80-89. doi:10.13140/RG.2.1.4334.5125
- Mero, M., Pernía, B., Ramírez, N., Bravo, K., Ramírez, L., Larreta, E., & Egas, F. (2019). Concentración de Cadmio En Agua, Sedimentos, *Eichhornia crassipes* Y *Pomacea canaliculata* en el Río Guayas (Ecuador) y sus Afluentes. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(3), 623-640. doi:10.20937/RICA.2019.35.03.09
- Montelongo, R., Gordillo, A., Otazo, E., Villagómez, J., Acevedo, O., & Prieto, F. (2008). Modelacion de la calidad del agua del río Tula, Estado De Hidalgo, México. *Dyna*, 75(154), 5-18.
- Osina, M. (2011). *Evaluación de la Calidad de las Aguas del Río KATARI, La Paz, Bolivia, mediante un modelo matemático*. [Tesis de grado, Universidad Mayor de San Andrés] https://books.google.com.ec/books?id=1P5sBgAAQBAJ&printsec=frontcover&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Owa, F. (2013). Water Pollution: Sources, Effects, Control and Management. *Mediterranean Journal of Social Sciences*, 4(8), 65-68. doi:10.5901 / mjss.2013.v4n8p65
- Ziemińska, A., & Skrzypski, J. (2012). Review of mathematical model of water quality. *Ecology Chemistry Engineer*, 19(2), 197-211. doi:10.2478/v10216-011-0015-x

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Rosero Erazo, C. R., Yaulema Garces, F. M., & Yaulema Castañeda, J. L. (2021). Modelo matemático estocástico para diagnosticar calidad de agua y sedimentos en zonas influenciadas por la actividad petrolera en la provincia de Orellana. *Conciencia Digital*, 4(3), 177-195. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1789>



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

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



Técnicas experimentales para caracterizar materiales fotoconductores



Experimental techniques to characterize photoconductive materials

Cristian Daniel Arambulo Almendariz.¹ & Luis Santiago Carrera Almendáriz.²

Recibido: 16-05-2021 / Revisado: 27-05-2021 / Aceptado: 20-06-2021 / Publicado: 05-07-2021

Abstract

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1793>

Introduction. Photoconductive materials are those that, when exposed to electromagnetic radiation, vary their electrical conductivity. Its applications are diverse and highly valuable in science and industry. Among the experimental techniques used to characterize these materials are scanning electron microscopy, optical microscopy, ray diffraction, the tunneling effect, among others. **Objective.** It presents a documentary review of the experimental techniques for the characterization of photoconductive materials. **Methodology.** The methodology was qualitative, related to the review of scientific papers, articles and texts, which allowed establishing an approximate state of the art in this field of study. **Results.** Among the relevant results, it was found that the characterization depends on the nature of the material and the source of electromagnetic radiation that is used to stimulate it, such as the intensity of the light, the frequency, the number of photons, among other properties. It is possible, with due caution, to use photoconductivity as a diagnostic tool in the study of new materials and electronic devices. Also, it was observed that the majority of samples analyzed and classified reveal a tendency to increase photoconduction, in addition to the use of numerical methods to

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador, cristian.arambulo@esPOCH.edu.ec ORCID: 0000-0003-1915-0976

² Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Riobamba, Ecuador, luissantiago.carrera@esPOCH.edu.ec ORCID: 0000-0002-3262-5895

carry out virtual experiments assisted by computer simulations, whose usefulness lies in the corroboration of the results obtained. by the empirical and analytical route.

Keywords: characterization of materials, experimental techniques, photoconduction, conductivity, numerical methods.

Resumen

Introducción. Los materiales fotoconductores, son aquellos que, al estar expuestos a la radiación electromagnética, varían su conductividad eléctrica. Sus aplicaciones son diversas y muy valiosas en las ciencias y la industria. Entre las técnicas experimentales que se usan para la caracterización de estos materiales, se encuentran la microscopía electrónica de barrido, la microscopía óptica, la difracción de rayos, el efecto tunelamiento, entre otras. **Objetivo.** Presentar una revisión de tipo documental, de las técnicas experimentales para la caracterización de materiales fotoconductores. **Metodología.** La metodología fue cualitativa, relacionada con la revisión de trabajos, artículos y textos científicos, que permitieron establecer un estado del arte aproximado, de este campo de estudio. **Resultados.** Dentro de los resultados más relevantes se encontró, que la caracterización depende de la naturaleza del material y de la fuente de radiación electromagnética que se usa para estimularlo, como, la intensidad de la luz, la frecuencia, el número de fotones, entre otras propiedades. Es posible, con la debida cautela, utilizar la fotoconductividad como herramienta de diagnóstico en el estudio de nuevos materiales y dispositivos electrónicos. También, se pudo observar que la mayoría de muestras analizadas y clasificadas revelan una tendencia al aumento de la fotoconducción, además, del uso de métodos numéricos para la realización de experimentos virtuales asistidos por simulaciones computacionales, cuya utilidad radica en la corroboración de los resultados obtenidos por la vía empírica y analítica.

Palabras claves: caracterización de materiales, técnicas experimentales, fotones, fotoconducción, conductividad, métodos numéricos.

Introducción

La caracterización de materiales es una actividad que usa métodos de la Física y de la Química Analítica para llevar a cabo el desarrollo de sus actividades. El conocimiento que se tiene de las clases de materiales en la actualidad es muy extenso, y su caracterización está sometida a diferentes fenómenos, entre ellos, la fotoconductividad, la cual, es la temática central de esta investigación.

En lo que respecta a la clasificación, existen tres grandes grupos: los metales, los polímeros, y los cerámicos. Sin embargo, una clasificación más actualizada, presenta una lista más extensa que contiene materiales compuestos, electrónicos, inteligentes, nanomateriales, con memoria de forma, piezoelectrónicos, microelectromecánicos, entre otros.

Para los materiales mencionados, los experimentos muestran un incremento importante en los órdenes de magnitud de comportamientos fotosensibles y fotoconductores de los compuestos, cuando se les hacía incidir radiación electromagnética, del orden de magnitud del espectro UV y visible. Entre los parámetros detectados con éxito, se encuentran: tiempo de vida, longitud de difusión, el producto tiempo de vida-movilidad, niveles de impurezas y nivel de Fermi, el cual es un parámetro mecánico cuántico.

También, se han encontrado evidencias significativas del aumento de la fotoconductividad, de micro cavidades de silicio poroso nanoestructurado. Al respecto Urreaga, Marín, Acquaroli, Comedi, Schmidt & Koropecski, (2008) señalan: “se utilizó silicio poroso nanoestructurado para construir una microcavidad óptica que permite aumentar la fotoconductancia debido al confinamiento del campo eléctrico dentro de la microcavidad. El dispositivo está formado por una capa de espesor óptico igual a media longitud de onda separado por dos arreglos periódicos de capas que alternan su porosidad” (p. 113)

En particular, en esta revisión documental, se persigue como objetivo general, conocer los referentes, métodos, resultados y conclusiones acerca de las investigaciones, con el fin de poder realizar una clasificación de las diferentes técnicas para la caracterización de materiales fotoconductores. Asimismo, la interrogante principal de esta investigación, está referida a lo siguiente: ¿Qué técnicas de experimentación son las más usadas en la caracterización de materiales fotoconductores?

Metodología

En el presente artículo, se realiza una investigación dentro del enfoque cualitativo, de tipo documental, acerca de las diferentes técnicas experimentales para caracterizar materiales fotoconductores. De la revisión realizada para llevar a cabo el proceso metodológico, se tomaron en cuenta, las de caracterización y revisión aproximada de las investigaciones de cuarto y quinto nivel (trabajos de maestría y doctorado), y los artículos en revistas indexadas, haciendo hincapié en las particularidades de cada una, así como sus potencialidades y debilidades experimentales y aplicativas. También se tomó en cuenta la correspondencia de los resultados experimentales con los modelos analíticos y numéricos, además, se presentan otras técnicas de caracterización de los materiales, que seguramente serán de interés para el lector.

Los materiales generalmente se caracterizan tomando en cuenta sus propiedades físicas y químicas. Los métodos de caracterización se dividen en dos grandes grupos, clásico e instrumental. El método clásico a su vez puede ser dividido en dos técnicas protocolares. La primera consiste en la separación de los componentes que se pretenden analizar (estos componentes se denominan analitos), por medio de la precipitación, extracción y destilación. La segunda, es la “formación”, que consiste en la reacción del analito con un reactivo, con el fin de formar un producto determinado (Faraldos & Goberna, 2011, p.19).

Después de esta etapa, se procede a realizar un análisis cualitativo, donde se determinan tanto las propiedades físicas, como las químicas del analito, entre ellas, el color, el punto de fusión, el punto ebullición, el olor, la solubilidad, la actividad óptica, el índice de refracción, entre otras.

Los métodos instrumentales, se pueden dividir en dos grupos, el primero basado en técnicas cromatográficas de separación de alta eficacia para gases y líquidos. Este proceso puede reemplazar la separación de analitos. El segundo, consiste en el estudio de propiedades de la materia relacionadas con la emisión, absorción, dispersión, y difracción de radiación electromagnética (espectroscópicas). Sin embargo, otras propiedades, como la conductividad eléctrica y térmica, el potencial de electrodo, la proporción carga-masa, entre otras, pueden ser también incluidas (Faraldos & Goberna, 2011, p.22).

Son muchas las técnicas que se han venido desarrollando y aplicando en este campo de estudios. El conocido diagrama de Propst, usado con frecuencia en Ciencias de los Materiales, representa esquemáticamente sus diferencias en función de las señales de perturbación, y la respuesta del material. Estas están asociadas a los distintos fenómenos que ocurren en el proceso experimental: fotones, electrones, iones, partículas neutras, calor y efectos de campo (eléctrico, magnético, y electromagnético).

En los métodos de análisis espectroscópicos de señales, como uno de los campos que mayor número de técnicas posee, por ejemplo, las señales pueden ser de siete tipos y asociadas con la interacción de partículas (Faraldos & Goberna, 2011, p.53). La que interesa a esta investigación, es aquella que usa fotones como señal de estímulo.

En la caracterización de materiales semiconductores amorfos, a través de las técnicas basadas en la fotoconductividad, Kopprio (2019), presentó una investigación que mostró las distintas técnicas de caracterización en estado estacionario. El objetivo de la misma, era medir la conductividad del material, cuando era iluminado con luz de energía mayor a su banda prohibida (gap), tal que con los resultados obtenidos se pudiera hacer una clasificación de materiales semiconductores para la aplicación en la industria de celdas fotovoltaicas de alta eficiencia. Es importante mencionar, que esta investigación presentó una innovación notoria, en cuanto a los formalismos matemáticos obtenidos, los cuales permitieron la correspondencia entre las mediciones de fotoconductividad bajo determinadas condiciones experimentales, con la movilidad de deriva de los fotoelectrones, la longitud de difusión ambipolar de los fotoelectrones, y el tiempo común de recombinación de pequeña señal τ .

El control experimental se realizó tomando en cuenta el dopaje, la temperatura, la deposición química de vapor asistida por plasma, la capacitancia de los electrodos y la radiofrecuencia (luz incidente). A continuación, se describen las técnicas empleadas, la metodología de medición aplicada, los resultados, y la contrastación con el modelo teórico.

SSPC (Fotoconductividad de estado estacionario bajo una tasa de generación uniforme). Descripción. Se implementó la fotoconductividad de estado estacionario bajo

una tasa de generación uniforme (por sus siglas en inglés, SSPC). Se iluminó la región de los contactos con luz en estado estacionario a través de un láser He-Ne enfocado sobre la muestra con la ayuda de un espejo. La modulación del haz con un Ch a baja frecuencia. **Medidas.** Se midió de la señal alterna el primer armónico usando un amplificador lock-in para la determinación de la fotoconductividad. Modificando la temperatura y la tasa de generación se obtienen estados a distintas energías estimulando la fotoconducción. **Resultados.** Modificando la temperatura y la tasa de generación se obtienen estados a distintas energías estimulando la fotoconducción. **Contrastación con el modelo teórico.** Para una densidad de estados correspondientes a un material dopado tipo n, las expresiones propuestas son consistentes con los resultados.

MPC (Fotoconductividad de estado estacionario bajo una tasa de generación uniforme modulada en el tiempo). **Descripción.** Se aplicó la fotoconductividad de estado estacionario bajo una tasa de generación uniforme modulada en el tiempo (por sus siglas en inglés, MPC). Se ilumina la muestra con luz polarizada que pasa a través de un modulador electro-óptico. Cuando se aplica una diferencia de potencial se induce corriente alterna que se mide con un amplificador lock-in. **Medidas.** Para valores de temperatura entre los 40 K y los 440 K los de frecuencia alta aumentan su energía y conductividad. **Resultados.** Para valores de temperatura entre los 40 K y los 440 K los de frecuencia alta aumentan su energía y conductividad. **Contrastación con el modelo teórico.** Para temperaturas mayores a los 100 K los valores de fotoconductividad crecen y la técnica es consistente con los modelos analíticos, incluso con los numéricos simulados.

SSPG (Patrón de interferencia estacionario). **Descripción.** Se implementaron las técnicas del patrón de interferencia estacionario (por sus siglas en inglés, SSPG). Se ilumina a muestra con un haz laser con polarización lineal, el cual es separado por dos espejos. A continuación, se atenúa con un filtro de densidad neutra. Luego se hacen que interfieran. **Medidas.** Se midió la fotocorriente por medio del choqueo a una baja frecuencia del haz, con la ayuda de un amplificador lock-in. **Resultados.** En las regiones iluminadas se encuentran zonas oscuras muy extensas, las cuales no son afectadas por la difusión, apareciendo zonas en donde la resistencia total aumenta, disminuyendo la fotoconductividad. **Contrastación con el modelo teórico.** Los resultados y los modelos sólo son consistentes usando los mismos coeficientes de capturas, para todas las regiones.

MGT (Patrón de interferencia móvil). **Descripción.** Se utilizó el patrón de interferencia móvil (por sus siglas en inglés, MGT). Un haz de luz polarizado es separado por dos espejos semiplatedados. La intensidad de uno de los haces es atenuada con un filtro de densidad neutra. Se usan espejos para hacer coincidir los haces con la muestra. **Medidas.** Se midió la corriente alterna, por medio del choqueo del haz débil, con la ayuda de un amplificador lock-in. **Resultados.** Se obtienen valores muy buenos de fotoconducción para frecuencias altas, además, aumentan con la temperatura y la intensidad de iluminación. **Contrastación con el modelo teórico.** Bajo condiciones de tasas de temperatura y generación uniformes, los experimentos son consistentes con los resultados.

MPG (Patrón de interferencia modulado en el tiempo). **Descripción.** Se aplicaron las técnicas del patrón de interferencia modulado en el tiempo (por sus siglas en inglés, MPG). Consiste un patrón de interferencia oscilante en el tiempo sobre un fondo de iluminación de mayor intensidad. Se obtiene atenuando uno de los haces linealmente polarizado con un filtro de densidad neutra, resultando su intensidad menor. El haz débil pasa por un modulador óptico que produce una rotación del plano de polarización. Ambos se hacen coincidir en la región de la muestra. **Medidas.** Se midió la fotocorriente (corriente fundamental), producida por la diferencia de potencial aplicada entre los contactos, con la ayuda de un amplificador lock-in. **Resultados.** Para frecuencias altas, campo eléctrico externo muy pequeño y períodos grandes, se produce fotoconductividad en niveles medios con respecto al método MGT. **Contrastación con el modelo teórico.** Bajo las condiciones experimentales en las cuales se encontró fotoconductividad, los modelos son consistentes.

VPG (Patrón de interferencia vibrante). **Descripción.** Se aplicaron las técnicas relacionadas con el patrón de interferencia vibrante (por sus siglas en inglés, VPG). Un haz de luz polarizado es dividido en dos usando espejos semiplatedados. Uno de los haces es atenuado, resultando su intensidad mucho menor a la del otro. Estos se hacen coincidir en la región de contacto. **Medidas.** Se midió la fotocorriente a frecuencia fundamental inducida en la muestra, con la ayuda de un amplificador lock-in, luego que la señal es preamplificada. **Resultados.** Para estados extendidos, en donde se asume el modelo de captura y emisión múltiple de los portadores hay fotoconducción. **Contrastación con el modelo teórico.** Bajo las condiciones establecidas para la experimentación, los modelos son consistentes, incluso, resultan más aproximados que los correspondientes a MGT y VPG.

OPG (Patrón de interferencia oscilante) **Descripción.** Se aplicaron las técnicas del patrón de interferencia oscilante (por sus siglas en inglés, OPG). Muy similar al VPG, pues ambos patrones son oscilantes en el tiempo. **Medidas.** Se midió la fotocorriente AC, la cual debe ser aproximadamente proporcional a la corriente inducida por MGT, usando la ayuda de un amplificador Lock-in. **Resultados.** Para frecuencias suficientemente bajas, como consecuencia de la iluminación MGT, se produce un cambio de sentido en el giro del patrón de interferencia, lo que estimula la fotoconducción. **Contrastación con el modelo teórico.** Los modelos son consistentes, considerando la suposición de que la diferencia de potencial aplicada induce un cambio de fase en la luz polarizada sólo en sus direcciones principales.

Es importante mencionar, que, en esta investigación, se llevaron a cabo simulaciones numéricas, que se correspondían con cada una de las técnicas aplicadas. Para llevar a cabo las simulaciones se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: coeficiente de captura de huecos igual al de electrones, sólo dos estados monovalentes, los coeficientes son los mismos para distintas regiones DOS. Además, se usaron parámetros de materiales consistentes con los experimentos, para la misma muestra. Las técnicas de simulación y simuladores usados se pueden consultar en el trabajo original. Se encontró que, para los parámetros y condiciones estipuladas, los modelos experimentales, teóricos y numéricos,

tenían una buena correspondencia. También, se hicieron ensayos usando técnicas de la Ciencia de Datos, por medio de algoritmos de enseñanza y aprendizaje. También se obtuvieron buenos resultados.

En el campo de la Química Analítica, se hace caracterización de polímeros fotoconductores mediante métodos experimentales de cromatografía con detección múltiple, técnicas de fluorescencia y dinámica molecular. En esta investigación, se usaron estas técnicas para estudiar en los polímeros, el incremento de la conductividad eléctrica, cuando reciben radiación electromagnética. Señala Peña (2014): “entre los polímeros conductores se encuentran aquellos que exhiben un incremento de la conductividad eléctrica cuando reciben una radiación electromagnética, lo que se conoce como fotoconducción. Este fenómeno encuentra aplicación práctica en fotocopiadoras, cámaras de televisión, detectores infrarrojos, fotómetros, e indirectamente en el proceso fotográfico” (p.14)

En lo que atañe a los resultados obtenidos, con respecto al comportamiento fotofísico de las muestras, se obtuvieron: espectros de excitación y emisión de todos los compuestos en diferentes medios, los tiempos de vida de los estados excitados, espectros de anisotropía de fluorescencia en matriz sólida de PMMA y de desactivación (quenching) de fluorescencia en disolución diluida. Estas medidas suministraron información sobre procesos como la formación de excímeros, altamente usados en la industria, y la Desarrollo y optimización de técnicas basadas en la fotoconductividad para la caracterización de semiconductores con aplicaciones fotovoltaicas. Se pretendía en esta investigación, conocer la expansión del rango de amplitudes de vibración, detectables ópticamente, y nuevas, con amplitudes de desplazamiento más grandes que el tamaño típico de la inhomogeneidades de la distribución de luz, usándose la del tipo gaussiana, la cual tiene la particularidad de vibrar armónicamente en el plano de polarización del fotoconductor.

También se ensayaron soluciones de tipo numéricas a través de la aplicación del método de Runge-Kutta, con lo cual se pudieron contrastar los datos experimentales de las corrientes alternas en los fotoconductores analizados. Los resultados obtenidos muestran que las técnicas aplicadas son adecuadas para caracterizar fotoconductores en materiales cristalinos, además, de proporcionar información sobre las vibraciones de la franja en un rango de amplitudes, extenso y lineal. Las ecuaciones numéricas, consistentes con los resultados experimentales, muestran que la generación de la corriente alterna, tiene su origen en asimetrías del campo externo, mostrando la validez de los métodos numéricos como alternativa para la caracterización de materiales.

La técnica de Fotovoltaje Superficial (SPV), implica la detección de cambios en el potencial de contacto entre un semiconductor y un electrodo (sonda Kelvin) colocado cerca de su superficie, a diferentes condiciones de iluminación. Bajo estas condiciones experimentales, se forma una región de carga espacial en la masa cerca de la misma, equilibrada por la carga que reside en sus estados. La luz incidente genera carga, que se redistribuye debajo del campo, cuya distribución en estado estable es sensible a la

longitud de difusión ambipolar del semiconductor L , que a su vez se refleja en el SPV. La medición de L implica escalonar la longitud de onda de la luz incidente y ajustar su intensidad después de cada paso para mantener un SPV constante. Cada una corresponde con una profundidad de absorción específica $1/\alpha$ en el semiconductor, y el valor de L se obtiene a través de la intersección de un gráfico de intensidad de luz versus profundidad de absorción. (Kronik y Shapira, 1999, p.6-7).

Comúnmente SPV se usa particularmente en materiales a granel, aunque se afirma que surgen inexactitudes cuando se usa en películas delgadas, siendo versátil, y configurable para medir la densidad del estado de la superficie y las longitudes de separación de carga en materiales, como grupos moleculares y puntos cuánticos. También forma la base de una microscopía de potencial de superficie (microscopía de fuerza de sonda Kelvin) cuando se combina con un sistema AFM. La técnica en estabilizar la fuerza electrostática entre la punta y el semiconductor, la cual se ajusta a cero mediante la aplicación de un potencial de polarización, cuyo valor se representa en función de la posición para producir un mapa de superficie (mapeo conforme).

Otra técnica, es la Recombinación Dependiente del Giro, está influenciada tanto por las propiedades del material como por parámetros externos. Una variable externa adicional, junto con la temperatura y la intensidad de la luz, es proporcionada por la posibilidad de alterar la cinética de recombinación mediante la inversión de giro. Así, al iluminar una muestra fotoconductor y escanear en un sistema de resonancia de espín de electrones (ESR), la condición de resonancia puede detectarse como una disminución de la fotoconductividad.

La técnica TRMC, conocida como la Conductividad Microondas de Resolución Temporal, consiste en medir los cambios en la reflectividad de microondas de un fotoconductor cuando se crean portadores fotogenerados en exceso, por un breve destello de luz. La reflectividad es proporcional a la densidad del portador libre, lo que produce una desintegración transitoria en muchos órdenes de magnitud de tiempo similar al método TPC (Pillai et al., 2019. p.1-10).

Savenije et al. (2020), para la técnica TRM, reportan: “nuestras mediciones de TRMC en las bicapas revelaron que los electrones en estados defectuosos cercanos al VB pueden ser excitados por fotones con una energía tan baja como 1,30 eV. Su excitación conduce a electrones libres en el CB que se someten a inyección de carga en el C60 produciendo una separación de carga de larga duración. Por el contrario, la excitación de MAPbI₃ / Spiro-OMeTAD a 1,3 eV muestra una señal que decae rápidamente, lo que implica que los agujeros están localizados y no pueden transferirse a través de la interfaz al Spiro-OMeTAD” (p.1)

La fotoconductividad persistente (PPC), es el fenómeno en el que la respuesta del semiconductor puede persistir durante mucho tiempo después de que se apaga la iluminación, estando asociada con defectos cristalinos. Se ha observado en muchos semiconductores, incluidos el silicio (Si), azufre, óxidos y calcogenuros (Vega, 2019 p.16).

Esta importante propiedad tiene implicaciones en una serie de aplicaciones optoelectrónicas, incluidas las células solares, los dispositivos regrabables y los fotodetectores. Entre estos materiales, el CdS ha sido ampliamente reconocido como un excelente fotoconductor. Se realizó la sintetización de películas de CdS utilizando trietanolamina (TEA) como agente complejante y tiourea como fuente de azufre. La fotosensibilidad informada, caracterizada por una relación de corriente de luz a oscuridad, alcanza 106 bajo iluminación AM2 para muestras recién preparadas y 107 después de que estas muestras se hayan almacenado durante varias horas a 50 ° C (Ko et al., 2017).

La razón de este aumento permanece indeterminada, pero se sugiere que se debe al oxígeno quimisorbido en la superficie y los límites de los granos que sirven como centros de recombinación adicionales, lo cual es consistente con los hallazgos de Lee, Mun y JU (2021). El mismo grupo también logró películas con aproximadamente 109 de fotosensibilidad bajo luz AM1 y un tiempo de descomposición de 13 h / década utilizando el mismo método de síntesis anterior, pero variando ligeramente la relación entre la fuente de cadmio y azufre. A pesar de la cantidad de trabajo sobre el efecto PPC en CdS, nunca se ha estudiado sistemáticamente para confirmar la fuente de PPC o el mecanismo subyacente real.

La Espectroscopia Infrarroja permite el estudio de las interacciones entre la materia y la radiación infrarroja, esta radiación corresponde a la zona- del espectro electromagnético que incluye las longitudes de onda entre los 0,1 y 1.000 picómetros. Y a su vez esta zona esta subdividida en infrarrojo cercano, infrarrojo medio e infrarrojo lejano (Faraldos & Goberna, 2011, p.139).

Mediante la espectroscopia IR es posible identificar especies químicas de la frecuencia a la que los diferentes grupos funcionales presentan bandas de absorción en el espectro asociado. Además, la intensidad de banda puede ser utilizada para obtener la concentración de cada compuesto en la muestra. Por último, al comparar los espectros IR de distintas muestras, se puede conocer si ambas poseen la misma composición (Faraldos & Goberna, 2011, p. 147).

La espectroscopía IR posee algunas ventajas importantes, como técnica analítica. Permite caracterizar muestras en cualquier estado de agregación, esto implica que se pueden realizar estudios en sustancias sólidas, líquidas o gaseosas. Esta es una técnica sencilla y rápida, en la mayoría de situaciones se puede preparar la muestra, registrar el espectro y emitir un resultado en unos minutos y además con una alta sensibilidad (Faraldos & Goberna, 2011, p.160).

Cuando las moléculas son excitadas por la absorción de radiación UV-VIS, se presenta un fenómeno conocido como fluorescencia, este es un proceso en el cual las moléculas de la muestra emiten energía en forma de fotones. La técnica usada para llevar a cabo este estudio es la Espectroscopia Ultravioleta Visible. Generalmente, esta transición se produce cuando se excita el material de su estado electrónico fundamental. Una de las características más vistosas del fenómeno es su sensibilidad inherente al mismo, que con

frecuencia posee una magnitud mayor que en la espectroscopía de absorción (Peña, 2011, p.38).

Sin embargo, estos métodos se aplican en menor cantidad que los de absorción, debido al número relativamente bajo de muestras que son capaces de fluorescer de forma apropiada. Por esta razón, en sus comienzos, la técnica únicamente era usada en el estudio de sistemas biológicos. En la actualidad se ha ido implementando en otros tipos de sistemas, entre ellos los polímeros sintéticos. Esta técnica es una poderosa herramienta, altamente sensible y no destructiva, muy importante para conocer el comportamiento físico y químico de las macromoléculas. Puede ser implementado en varios niveles, desde una simple medida de la emisión en estado estacionario hasta llegar a intrincados estudios de resolución temporal (Peña, 2011, p.35).

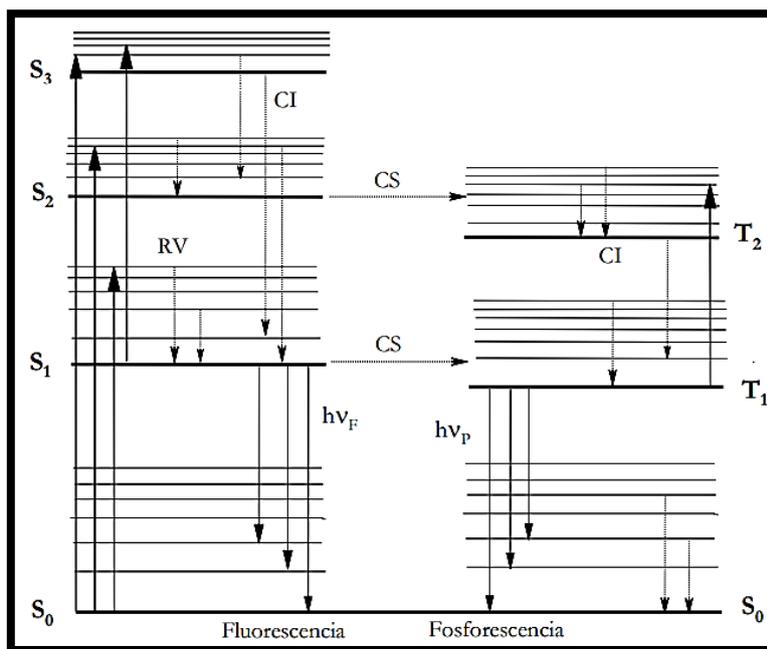


Figura 1: Esquemática de los diferentes procesos fotofísicos que pueden tener lugar tras la excitación inicial desde el estado.

Fuente: (Peña, 2011, figura 2.5, p.36)

De la investigación documental realizada se pudo encontrar que existen un conjunto de técnicas de caracterización de materiales fotoconductores, que presentan similitudes y diferencias en cuanto a sus procesos y aplicaciones.

En el caso de la caracterización de semiconductores:

1. La fotoconductividad de estado estacionario bajo una tasa de generación uniforme (SSPC), presenta que la estimulación de la fotocorriente en la muestra es favorable, pero presenta la limitación de que sólo es aplicable a materiales dopados n.
2. La fotoconductividad de estado estacionario bajo una tasa de generación uniforme modulada en el tiempo (MPC), para un rango de temperaturas estimado

- entre 40 K y 440 K, existen valores de fotoconducción significativos, sin embargo, los modelos teóricos y experimentales son consistentes sólo para valores de temperatura $> 100 K$.
3. Para la técnica basada en el patrón de interferencia estacionario (SSPG), se consigue fotoconducción muy baja, los modelos son consistentes sólo cuando los coeficientes de conductividad son iguales en todas las regiones.
 4. Con la técnica del patrón de interferencia móvil (MGT), se consigue buena estimulación a la formación de fotocorrientes para altos valores de frecuencia, temperatura, e intensidad de luz. Los modelos son consistentes para tasas de temperatura y generación de portadores uniformes.
 5. La técnica del patrón de interferencia modulado en el tiempo (MPG), muestra que, para frecuencias altas, campos eléctricos muy bajos, y periodos grandes, se genera buena fotoconducción en el material. Los modelos sólo son consistentes bajo estas condiciones.
 6. El patrón de interferencia vibrante (VPG), para bajas frecuencias, aparece muy buena fotoconducción en el material, sin embargo, los modelos son consistente bajo suposiciones teóricas muy aproximadas, incluso, algunas veces erradas.
 7. El uso de la técnica del patrón de interferencia oscilante (OPG), muestra que los modelos son consistentes, considerando la suposición de que la diferencia de potencial aplicada induce un cambio de fase en la luz polarizada sólo en sus direcciones principales
 8. La técnica referida al uso de simulaciones computacionales, a través de métodos numéricos como: Monte Carlos, Runge-Kutta, y elementos finitos, proporciona buenos resultados que son consistentes tanto con el modelo teórico como con los resultados experimentales. Estos son más aproximados cuando se contrastan con los arrojados por MGT, OPG, y CMG.

En lo que respecta a los polímeros, además, de evidenciarse aumento en la fotoconductividad, por medio de la técnica expuesta, se ha logrado, la síntesis y purificación de los copolímeros usando AIBN. Este compuesto orgánico está formado por aminoisobutironitrilos unidos entre sí por un enlace $-N = N -$, por lo que se considera un azoderivado, que a temperatura ambiente se presenta como un sólido, en forma de cristales columnados de color blanco. También puede encontrarse en forma de polvo. Además, se logró su caracterización, usando cromatografía de tamaños con índice de refracción, y difusión de la luz a múltiples ángulos.

Sobre el comportamiento fotofísico de los copolímeros, se pudo estudiar la formación de excímeros intramoleculares y transferencia de energía, con el uso de la fluorescencia en estados estacionarios transitorios, reportándose espectros de emisión de todos los compuestos usados como muestra material, además, de los estados de vida excitados, y los espectros de anisotropía.

Estas medidas permitieron hacer una caracterización de los excímeros con respecto a su fotoconducción, además, de obtener información sobre procesos de formación, y

eficiencia en la transferencia de energía intramolecular, que son magnitudes íntimamente relacionadas con la capacidad para conducir que presentan estos materiales.

En la caracterización de cristales, a través de la técnica de generación de fotocorriente provocada por patrones de iluminación dinámicos (photo-EMF), los resultados experimentales presentados por el autor, presentan cambios favorables en el fotoconductor hacia la conducción de portadores, cuando el material se encuentra en presencia de un campo eléctrico uniforme, externo y fuerte, lo cual se puede apreciar en el aumento paulatino de las vibraciones en un alto rango, sin necesidad de usar el mecanismo proporcionado por la técnica photo-EMF.

En cuanto al método numérico empleado (aproximaciones numéricas Runge-Kutta), se encontró que los modelos obtenidos permiten la descripción del transporte y captura de cargas en el fotoconductor, muy aproximadas a los resultados experimentales, y analíticos. Además, los resultados obtenidos por la vía de la simulación, muestran que la producción de fotocorriente alterna, posiblemente, se deba a la asimetría del campo interno.

Dentro de las posibles aplicaciones de las técnicas, lo más notable se menciona a continuación.

1. SPV ha encontrado gran aplicabilidad en la microscopía de potencia de superficie, y la producción de mapas de líneas equifotovoltaicas.
2. La recombinación dependiente de giro, con valores de G medios y cambios de conductividad, permite la obtención de información significativa y detallada para describir las vías de conducción asociadas con el spín, además, de aplicaciones a celdas solares y diodos LED.
3. TRMC, posee la virtud de que se puede llevar a cabo sin contacto con el material, lo que ha conllevado a aplicaciones para el estudio de muestras con grandes superficies, las cuales son fundamentales en la fotocatalisis. También se pueden encontrar aplicaciones en células solares, y sensibilidad de colorantes para industria química.
4. PPC, ha permitido que se puedan hacer caracterizaciones de materiales, aumentando la clasificación de los semiconductores, lo cual ha repercutido de manera relevante en las aplicaciones optoelectrónicas, los dispositivos regradables, y los fotodetectores.
5. IR, usa espectroscopia electrónica, para la identificación de especies químicas, concentración de los compuestos, y comparación de los espectros para hacer comparación de propiedades en las muestras.
6. La espectroscopia UV-VIS, tiene importantes aplicaciones en los fenómenos en donde la fluorescencia es una propiedad característica importante. Sin embargo, estos métodos se aplican menos que los de absorción, descansando este hecho en que pocos materiales son capaces de fluorescer.

Conclusiones.

- Las técnicas basadas en la aplicación de patrones de interferencia en estado estacionario y transitorio (SSPC, MPC, SSPG, MGT, MPG, VPG, y OPG), reportan consistencia con los resultados analíticos y simulados, permitiendo tanto la caracterización de materiales como aumentos en la fotoconducción de los mismos, sin embargo, los resultados más aproximados y más promisorios en cuanto al aumento de fotocorrientes en el material, resultaron corresponder con la técnica VPG, la cual se recomienda ampliamente para estados extendidos, en donde se asume el modelo de captura y emisión múltiple de portadores (bastante común en muchos materiales usados en la ingeniería e industria). Esta técnica, permite la creación y caracterización de nuevos materiales, entre ellos, los excímeros y copolímeros, de aplicaciones muy útiles y de bajo costo.
- Otras técnicas revisadas, SPV, ofrece ventajas en los materiales a granel, y desventajas en películas delgadas, pero es potencialmente aplicable en la separación de materiales y la caracterización de puntos cuánticos. Si se compara SPV, con las técnicas basadas en la aplicación de patrones de interferencia estacionarios y transitorios, y TRMC, las segundas presentan desventajas, pues necesitan obligatoriamente del uso de puntas de contacto material, lo cual no permite trabajar con polvos, agregados de materiales nanoporosos, y otras sustancias en las cuales es imposible definir electrodos.
- Todas las técnicas anteriores, son de difícil aplicación en el diseño y construcción de células solares, dispositivos regrabables y fotodectores, dados sus estados materiales, por lo que se recomiendan las técnicas PPC, dado que, resultan poseer altas propiedades optoelectrónicas, lo cual abarata costos de diseño y fabricación. Sin embargo, técnicas de menores costos y mayor versatilidad experimental, están relacionadas con la IR, las cuales resultan ser sencillas de preparar, además, de que se obtienen resultados más rápidos y sensibles para analizar. La desventaja que presentan, es que no son aplicables a materiales monoatómicos, ni a moléculas con la misma característica, pues los átomos que las conforman se hacen indistinguibles.
- Las técnicas de simulación computacional, dada su versatilidad y potencial, a través de los distintos softwares disponibles en la actualidad, y de la consistencia de los modelos simulados con los resultados analíticos y experimentales en el campo de la fotoconducción, pueden sustituir, con poca inversión monetaria, en todos los niveles, y en el ciclo de vida completo, el producto generado por la costosa experimentación.
- En la actualidad, no hay un entendimiento real de cómo funcionan esta mezcla de materiales, por la falta de modelos analíticos y experimentales aproximados. Esto podría ser solucionado a través de una simulación, o de la aplicación de algoritmos de aprendizaje, sin recurrir a una costosa prueba de laboratorio. La desventaja de estos métodos numéricos, está relacionada con el coste computacional, pues el proceso de modelado requiere de la elaboración de sofisticadas de mallas de elementos, las cuales, en ciertos casos, pueden ser de ordenes de magnitud muy

grandes, provocando excesos de procesamiento de datos en el computador y posibles riesgos de daños irreversibles.

Referencias bibliográficas.

- Faraldos, M., & Goberna, C. (2011). Técnicas de análisis y caracterización de Materiales. *Biblioteca de Ciencias del Consejo Superior de Investigaciones Científicas*, 10(3), 513-520.
- Ko, T. S., Chen, Z. W., Lin, D. Y., Suh, J., & Chen, Z. S. (2017). Observation of persistent photoconductivity in Ni-doped MoS₂. *Japanese Journal of Applied Physics*, 56(4). <https://doi.org/10.7567/JJAP.56.04CP09>.
- Kronik, L., & Shapira, Y. (1999). *Surface photovoltage phenomena: theory, experiment, and applications*. Tel Avid: University Tel-Avid. Department of Physical Electronics.
- Koprio, L. (2019). *Desarrollo y optimización de técnicas basadas en la fotoconductividad para la caracterización de semiconductores con aplicaciones fotovoltaicas*. Santiago: Universidad Nacional del Litoral. Grupo de Física de Semiconductores.
- Lee, G., Mun, B., Today, H. J.-A. M., & 2021, U. (2021). Observation of giant persistent photoconductivity on vanadium dioxide thin film device. *Elsevier*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352940720303425>.
- Peña N. (2011). *Caracterización de polímeros fotoconductores mediante cromatografía con detección múltiple, técnicas de fluorescencia y mecánica y dinámica molecular*. Alcalá: Universidad de Alcalá. Departamento de Química Física.
- Pillai, S., Anderson, N., Wang, C., Bjuggren, J., & Jevric, M. (2019). *Validation of Time-Resolved Microwave Conductivity (TRMC) as a screening tool for all-polymer solar cells*. https://bridges.monash.edu/articles/Validation_of_TimeResolved_Microwave_Conductivity_TRMC_as_a_screening_tool_for_all-polymer_solar_cells/8313068.
- Savenije, T., Thieme, J., & Wei, Z. (2020). Using Time-Resolved Photoconductivity Measurements to Reveal the Urbach Tail and Two Photon Absorption in MHPs. *Hal.Archives-Ouvertes.Fr*. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03030584/>.
- Urreaga, R., S., Marín, O., Acquaroli, L., Comedi, D., Schmidt, J., & Koropecki, R. (2008). Aumento de la fotoconductividad y sintonización fina de la respuesta en microcavidades de silicio poroso nanoestructurado. *Anales AFA*, 20, 110-114.
- Vega, A. (2019). *Fuerza foto-electromotriz en películas de perovskita*. Puebla: Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica. Insituto de Óptica Aplicada.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Arambulo Almendariz, C. D., & Carrera Almendáriz, L. S. (2021). Técnicas experimentales para caracterizar materiales fotoconductores. *ConcienciaDigital*, 4(3), 196-210. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1793>



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

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



Medidas financieras en el entorno de los negocios, para minimizar los efectos de la pandemia COVID-19



Financial measures in the business environment, to minimize the effects of the COVID-19 pandemic

Edison Becerra Molina.¹, Gina Cuadrado Sánchez.² & María Eliza Flores Flores.³

Recibido: 17-05-2021 / Revisado: 28-05-2021 / Aceptado: 21-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1800>

Introduction. The financial field is the main means of reference for topics related to the economy, constituting a fundamental basis in business by recognizing the value of the information regarding the obtaining and efficient use of money over time. **Objective.** To analyze the role of the financial system in the Coronavirus crisis **Methodology.** The research design was based on the positivist research paradigm, type of research based on a non-experimental and transectional field design with documentary support, descriptive research level, the population was 77,289 and the sample 471, the questionnaire instrument was used, the same was validated through the judgment of experts with experience in the financial, accounting and methodology areas, qualifying validity, clarity, coherence and relevance. **Results.** Regarding the importance of the deferral of debt payments that affected MSMEs, 50.53% stated that this measure ordered by the Monetary Policy and Regulation Board was important, while 25.69% stated that it was very important, and if we combine these trends we have 76.22%, which means a financial relief to the sudden cut in their income and therefore in their ability to meet their payments, it was necessary then to opt for the deferral, 17.83% remained neutral to the

¹ Universidad Católica de Cuenca, Carrera de Contabilidad y auditoría, provincia Azuay, código, jbecerram@ucacue.edu.ec, Orcid.Org ID: 0000-0002-6397-9493

² Universidad Católica de Cuenca, Carrera de Contabilidad y auditoría, provincia Azuay, código, gcuadrado@ucacue.edu.ec, Orcid.Org ID: 0000-0002-4259-4906

³ Universidad Católica de Cuenca, Carrera de Contabilidad y auditoría, provincia Azuay, código, mefloresf@ucacue.edu.ec Orcid.Org ID: 0000-0002-7348-4523

deferral of payments for loans granted by financial institutions, 5.10% stated that it was not very important, while 0.85% maintained that it was not important, since they did not consider this benefit under the new conditions because in the end they would end up paying the capital and interest over a longer period of time. **Conclusion.** The banking sector has to rise to the occasion, guaranteeing the liquidity and financing that companies need, hence the importance of the financial sector to support the country's economy.

Keywords: COVID-19, Economics, MSMEs, Financial Institutions, Financial Policy.

Resumen

Introducción. El ámbito financiero es el principal medio de referencia para los temas vinculados a la economía, constituyendo una base fundamental en los negocios al reconocer el valor de la información, referente a la obtención y uso eficaz del dinero a través del tiempo. **Objetivo.** Analizar el papel del sistema financiero en la crisis del Coronavirus **Metodología.** El diseño de la investigación partió del paradigma de investigación positivista, tipo de investigación basada en un diseño de campo no experimental y transeccional con apoyo documental, nivel de investigación descriptiva, la población fue 77.289 y la muestra 471, se utilizó el instrumento del cuestionario, el mismo fue validado mediante juicio de expertos con experiencia en el área financiera, contabilidad y metodología, calificando validez, claridad, coherencia, y relevancia. **Resultados.** con respecto a la importancia del diferimiento de pagos de deudas que incidieron en las Mipymes, 50,53% sostuvieron que fue importante esta medida dispuesta por la Junta Política y Regulación Monetaria, en tanto que 25,69% afirman que fue muy importante, uniendo estas tendencias tenemos 76,22%, lo que supone un alivio financiero al corte súbito en sus ingresos y por tanto en su capacidad para hacer frente a sus pagos, fue necesario entonces optar por el diferimiento, que permitió apaciguar el impacto en los negocios que no tuvieron ingresos seguros, 17,83% se mantuvo neutral ante el diferimiento de pagos por créditos otorgados por las Instituciones Financieras, 5,10% manifestaron que es poco importante, mientras que 0,85% sostuvieron que no es importante, toda vez que no consideraron este beneficio bajo nuevas condiciones porque al final terminarían pagado el capital y sus intereses en un tiempo más prolongado. **Conclusión.** La banca tiene que estar a la altura de las circunstancias, garantizando la liquidez y la financiación que necesitan las empresas, de allí la importancia que tiene el sector financiero para apoyar a la economía del país.

Palabras claves: COVID-19, Economía, Mipymes, Instituciones Financieras, Política financiera.

Introducción

El COVID-19, ha tenido un impacto devastador en Ecuador, la pandemia y la fuerte caída de los precios del petróleo han planteado un gran desafío para la economía ecuatoriana y han generado significativas limitaciones financieras, de allí que los gobiernos nacionales tomaron medidas decisivas para contener la propagación del virus y mitigar el impacto socioeconómico de la crisis de salud en los hogares y las empresas, al tiempo que

priorizaron financiar los sistemas de asistencia social y de salud, así como catalizaron el financiamiento desde instituciones financieras multilaterales.

El sistema financiero a nivel nacional y mundial, lleva de distintas maneras la aplicación y tratamiento de sus cuentas, debido a que conllevan a desarrollar el manejo de sus ingresos y egresos destinados netamente a actividades que estén en la fase de viabilidad, por el cual se deberá mantener un plan financiero que incluya las particularidades de cada actividad económica y permita la sostenibilidad de las mismas.

La Junta de Política y Regulación Monetaria y Financiera forma parte de la Función Ejecutiva como responsable de la formulación de las políticas públicas y la regulación y supervisión monetaria, crediticia, cambiaria, financiera de seguros y valores, la misma está conformada con plenos derechos por los titulares de los ministerios de Estado responsables de la política económica, de la producción, de las finanzas públicas, el titular de la planificación del Estado y un delegado del Presidente de la República. Participarán en las deliberaciones de la Junta, con voz, pero sin voto, el Superintendente de Bancos, el Superintendente de Compañías, Valores y Seguros, el Superintendente de Economía Popular y Solidaria, el Gerente General del Banco Central del Ecuador, y el Presidente del Directorio de la Corporación de Seguro de Depósitos, Fondo de Liquidez y Fondo de Seguros Privados.

Por su parte, el Banco Central del Ecuador (2021), cumple su rol de facilitador y regulador del sistema de pagos: recibe depósitos de instituciones públicas, como el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, los municipios, entre otros y también funge como custodio de los fondos públicos, hasta que esas instituciones decidan transferirlos para cumplir con sus diferentes obligaciones, no funciona como un banco comercial que toma dinero de los ciudadanos y concede préstamos, además salvaguarda un porcentaje de los depósitos que hacen los ciudadanos en el sistema financiero privado, que se lo conoce con el nombre de encaje bancario, y determina que, por ley, los bancos y cooperativas necesariamente deben mantener un porcentaje del dinero que le confían sus ahorristas en el Banco Central). Es una reserva de liquidez y, en el caso de que haya una crisis o corrida de depósitos, será el Banco Central del Ecuador, quien deberá entregar esos dineros al banco o cooperativa que, a su vez, deberá devolver a sus depositantes.

Actualmente se exige el 5% a los siete bancos más grandes, 4% a los medianos y pequeños, y 3% a ciertas cooperativas de ahorro y crédito, las más grandes. El proyecto mantendrá los porcentajes, además exigirá a las cooperativas más pequeñas, que salvaguarden sus depósitos en el BCE, con el 1% y el 2%, así mismo el BCE emite informes técnicos sobre el Presupuesto General del Estado, y el endeudamiento público para establecer una opinión independiente del ejecutivo sobre el sustento de las cifras y el manejo económico.

Por otro lado, tanto los préstamos como los créditos están pensados para resolver problemas de financiación de las empresas, se considera a un préstamo como una operación financiera que lleva a cabo una institución financiera que le entrega a una

persona u empresa, en calidad de prestatario una cantidad de dinero que este último requiera, como consecuencia de ello se tendrá que devolver dicha cantidad más los correspondientes intereses pactados en un plazo determinado.

De allí que es importante que tanto las micro, pequeñas y medianas empresas, desplieguen esfuerzos para atenuar la emergencia sanitaria de COVID- 19 y sus impactos en la economía, por consiguiente, las Mipymes tienen la imperiosa necesidad de financiamiento, como un mecanismo para cubrir sus obligaciones en materia de producción, obligaciones con sus empleados, proveedores, la administración tributaria, la seguridad social entre otros, su objetivo es mantener un nivel de liquidez con el cual puedan pagar sus obligaciones y llevar a cabo sus proyectos, adquirir bienes o servicios, cubrir sus costos y gastos, es decir cumplan con los compromisos adquiridos, gracias a ello, las empresas pueden acceder a los recursos para llevar a cabo sus actividades sin contratiempos en el corto plazo, asegurando una salud financiera que les permita mantenerse en el mercado, planificar su futuro y expandirse.

Este trabajo es parte del proyecto de investigación denominado **“La importancia de la información contable y financiera ante la incertidumbre del COVID-19 en las Mipymes en el entorno de los negocios en la región 6”**, el mismo que se justifica porque contribuye desde una perspectiva teórica académica a dar salida a los problemas de liquidez de las micro, pequeñas y medianas empresas, debido a que el financiamiento es un motor importante para el desarrollo de la economía, la creación, desarrollo y sostenibilidad de las empresas.

Metodología

En la parte metodológica de la investigación, se utilizó el paradigma de investigación positivista, tipo de investigación diseño de campo no experimental y transeccional o transversal con apoyo documental. Según, Arias (2016) la investigación de campo o diseño de campo consiste en: La recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos, (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental (p. 25).

El nivel de investigación fue la investigación descriptiva, en este sentido, es apropiado citar a Yuni y Urbano, (2006), quienes afirman que la investigación de tipo descriptiva tiene como objetivo: Llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas. Su meta no se limita a la recolección de datos, sino a la predicción e identificación de las relaciones que existen entre dos o más variables. Los investigadores no son meros tabuladores, sino que recogen los datos sobre la base de una hipótesis o teoría, exponen y resumen la información de manera cuidadosa y luego analizan minuciosamente los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento (p. 33).

Se corresponde, por tanto, con el nivel descriptivo en función del objetivo general planteado, la población estuvo estructurada por tres sectores escogidos de microempresas, considerando la base del catastro del SRI del 2021, así Azuay con 45.814, Cañar 10.497 y Morona Santiago 11.300, total 67.611 microempresas de la Zona 6 del Austro, de las cuales son empresas registradas en la Superintendencia de Compañías por el año 2021 en Azuay 8.843, Cañar 494 y Morona Santiago 341, total 9.678, dando un gran total de 77.289, se determinó el tamaño de la muestra con un 4,50% de error, determinándose por tanto la muestra $n = 471$, la validez de contenido fue realizado mediante el juicio de tres expertos con experiencia en el área de financiera, contabilidad y metodología.

Por su parte, fue importante analizar en primer lugar, la pertinencia del coeficiente de consistencia interna de Cronbach, el misma que trata sobre el grado en que los ítems miden la homogeneidad. Para determinar la confiabilidad del cuestionario elaborado, se procedió aplicar una prueba piloto a 30 empresas, que no forman parte de la muestra, todos ellos con características similares a los sujetos de este estudio, administrando una escala, de 7 ítems, a una muestra de $n = 30$. De acuerdo con los resultados anteriores, se concluyó que la escala tiene una confiabilidad de consistencia interna muy alta, suficientemente alta como para ser considerada fiable. En conclusión, la confiabilidad del instrumento fue de 0,9 muy alta, así mismo, fue sustancial la utilización de la herramienta estadística para el desarrollo de la investigación, recurriéndose a la estadística descriptiva, lo que permitió la recolección, organización, análisis y presentación de datos con el apoyo de cuadros, tablas, figuras y los resultados obtenidos de la aplicación de los cuestionarios en relación con los objetivos planteados del presente estudio, recurriéndose a la estadística descriptiva mediante el software libre SPSS, versión 26.

El análisis de los datos es una parte esencial de toda investigación, en tal sentido, Hernández, Fernández, y Baptista (2016), sostienen que “el procedimiento que se sigue para analizar los datos consiste en: Una vez que los datos se han codificado, transferido a una matriz, guardado en un archivo y “limpiado” los errores, el investigador procede a analizarlos utilizando un programa computacional” (p. 272). En base a lo cual se procedió a inspeccionar, limpiar y transformar datos con el objetivo de resaltar información útil, lo que sugiere conclusiones, y apoyo a la toma de decisiones.

Posterior a los procedimientos que condujeron a reunir datos con el propósito específico de estructurar un análisis de la normativa financiera, se procedió a revisar los datos o respuestas obtenidas mediante Google forms. Las respuestas a los cuestionarios se recopilan de forma automática y ordenada en formularios, con figuras y datos de las respuestas en tiempo real, que fueron procesados, analizados e interpretados, considerando el uso de la triangulación, validez, confiabilidad y contrastación de los instrumentos.

Fundamentación Teórica

El marco teórico referencial comprende aspectos teóricos, conceptuales, legales, situacionales de la realidad que forman parte de la presente investigación, garantizando de esta manera la integración e interrelación de la teoría con la metodología y objetivos

de investigación, por tanto constituye la revisión de otras investigaciones que sirvieron de antecedente al presente estudio, ante la incertidumbre del COVID-19 en el contexto de las Mipymes, en el entorno de los negocios en la región 6, es oportuno indicar que el campo de las finanzas es amplio y dinámico, concierne todo el manejo que realizan las empresas en torno al uso adecuado del dinero, como la contratación de personal, la construcción de una infraestructura, hasta el lanzamiento de nuevas campañas de publicidad, por ello las finanzas se definen como el arte y la ciencia de administrar el dinero.

Según Tamayo (2020), Decano de la Facultad de Ciencias Financieras y Contables de la Institución Universitaria ESCOLME, el estudio del área financiera implica considerar cuestionamientos con respecto a la administración financiera, por ejemplo, ¿qué son las finanzas empresariales?, ¿qué papel juegan las finanzas en el alcance del éxito empresarial?, ¿quién es el encargado del manejo financiero dentro de una empresa?, ¿cuáles son las funciones del administrador financiero?, ¿qué relación tienen las finanzas con el conjunto de actividades que se realizan en una empresa?, ¿cómo incide el entorno empresarial en el desarrollo de las funciones del administrador financiero?, entre otras.

La operación de una empresa involucra llevar a cabo una serie de actividades o funciones que en términos generales se pueden agrupar en cuatro categorías: Mercadeo, producción, talento humano y finanzas, todas ellas integradas e interdependientes y en pro de lograr maximizar el valor de la compañía. La gestión financiera implica conocer estas interrelaciones y la forma como inciden en el acontecer de la empresa, por ello que la implementación de estrategias exige que se deban comprometer fondos de la empresa en tanto que todas las áreas funcionales son generadoras de proyectos y demandadoras de fondos.

Según, Alicia Bárcena, Secretaria de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe –CEPAL (2021), pasará para la historia la crisis causada por el COVID-19, como una de las peores que el mundo ha vivido. Advirtió que es un riesgo global que impactará a una economía mundial ya debilitada, además incidirá tanto en la oferta como la demanda por la interrupción de las cadenas de producción afectando el comercio mundial, dando como resultado la pérdida de ingresos y ganancias ocasionando un mayor desempleo y dificultades para cubrir deudas.

Bacerna (2021) sostiene que en la región latinoamericana se vio afectada negativamente ya que su tasa estimada creció apenas un 0,1% en 2019 y los pronósticos realizados preveían un crecimiento de 1,3%, pero luego de ser revisadas las proyecciones tuvieron una baja significativa por el actual escenario, se estima una contracción del -1,8% del producto interno bruto regional, dando como consecuencia que el desempleo se incremente en diez puntos porcentuales en la región, incrementando a 220 millones el número de personas pobres, además podría aumentar a 67,4 a 90 millones de personas en pobreza extrema: Uno de los canales que más afectó a la región es la disminución de actividad económica con principales socios comerciales de bienes como China, que es el

destino de exportaciones de varias economías latinoamericanas, se estima que las exportaciones a este destino podrían caer hasta 10,7% en valor.

Por otra parte, también se prevé que un segundo canal proveniente del turismo tendrá severos impactos afectando más a países del Caribe, debido a la prohibición de viajes por causa de la pandemia; otro canal que afectaría a la región de América Latina y el Caribe sería la caída de los precios de productos básicos, en especial para países que exportan materia prima en América del Sur. Además, también será afectado es el índice de riesgo de los inversionistas sumado el empeoramiento de las condiciones financieras globales.

El papel del Fondo Monetario Internacional - FMI, en América Latina durante la crisis desencadenada por la COVID-19 está suponiendo un duro golpe para los países de América Latina. Al alto número de víctimas registrado a consecuencia de la pandemia se suma un fuerte impacto sobre el tejido económico y social. El estancamiento del crecimiento de la región en los últimos años, así como las características socioeconómicas de muchos de estos países, con altos niveles de desigualdad e importantes bolsas de pobreza (exacerbados por la pandemia), ponen en riesgo los éxitos cosechados en la etapa previa. En este contexto, este artículo repasa la actividad financiera desplegada por el Fondo Monetario Internacional y su compromiso en la región y se analizan las posibilidades que ofrece una probable nueva asignación general de derechos especiales de giro por parte del FMI para apoyar a países de renta media con mucha población por debajo de la línea de la pobreza (Casero, Crespo, Mateo, & Vidal, 2020).

Del mismo modo, instituciones financieras internacionales afirman que un gran número de actores políticos abogan tanto a nivel nacional como internacional por políticas económicas y sociales para afrontar la crisis sanitaria del COVID-19 y la recesión económica a la que ha sumido al mundo, que coadyuven al fortalecimiento inmediato de los sistemas de protección social y de los sistemas de salud.

Al respecto el Fondo Monetario Internacional (FMI), apartándose de sus clásicas recetas promercado y de estricta disciplina fiscal, sostiene que deben implementarse medidas para proteger las vidas de las personas y contribuir a los sustentos de los hogares, incluyendo la asistencia a trabajadores, desocupados y empresas para restaurar lo antes posible el comercio y los flujos financieros una vez que comience la recuperación económica, sostienen que los hogares que pierdan sus ingresos, por las medidas del confinamiento necesitarán apoyo gubernamental, y que las prestaciones por desempleo deben ampliarse y extenderse, de allí se hace necesario apoyar los esfuerzos de los países para calibrar sus políticas sociales para reducir la desigualdad, proteger a las personas vulnerables y promover el acceso de oportunidades para todos, dejando de lado las políticas androcéntricas en América Latina todos (Boholasvsky, 2020).

Así mismo, para el Ecuador la crisis que está viviendo por la pandemia supone un desafío, para mantener el bienestar presente y futuro de los ecuatorianos, el impacto causado por la crisis del COVID-19 afecto económica y socialmente al Ecuador en su lucha por alcanzar un desarrollo inclusivo y sostenible, ante estos problemas es fundamental brindar soluciones a la crisis a través de políticas que ayuden a superar el impacto causado desde

su fase inicial hasta la reactivación y recuperación. La economía ecuatoriana tendrá una contracción, la mayor de su historia provocada por la pandemia, con una caída del PIB de entre un 7,3% y un 9,6% según las estimaciones del Banco Central del Ecuador, o según el FMI una contracción del 10,9% (Centro de Desarrollo de la OCDE, 2020).

Todo esto sumado a la crisis provocada por la reducción en la recaudación tributaria, el decrecimiento de ingresos petroleros por la caída del precio del crudo en el mercado internacional, ocasionando una erosión en las cuentas públicas. Además, las medidas que se adoptaron para dar respuesta a la emergencia sanitaria, para mitigar el impacto socioeconómico, solicita un desplazamiento importante de recursos financieros.

Los analistas económicos manifiestan que para cubrir las necesidades brutas de financiamiento que Ecuador enfrenta sería cerca de unos USD 13.400 millones, con una brecha de financiamiento aun sin cubrir de al menos USD 2000 millones según el FMI. Entre las principales opciones tomadas por el país han sido: 1) financiamiento externo adicional por parte de organismos multilaterales o en forma de préstamos bilaterales oficiales; 2) reestructuración de la deuda externa, para reperfilar los pagos, reducir el capital adeudado, aliviar las necesidades financieras de corto plazo y extender en el tiempo los compromisos de pago; 3) reordenar los recursos disponibles en el plano doméstico, reorientando el gasto hacia acciones prioritarias, reduciendo gastos superfluos, aprovechando los recursos existentes con un uso más eficiente, y movilizand recursos adicionales para generar nuevos ingresos, por ello que para el Ecuador el objetivo fundamental es guiar acciones para atender las necesidades más urgentes y precautelar a quienes estén vulnerables al impacto de la crisis teniendo en cuenta que se debe proteger la estabilidad económica, evitando despilfarrar los recursos y agravar la crisis (OCDE, 2020).

En el Ecuador las micro, pequeñas y medianas empresas existentes son las responsables del crecimiento de la producción, la generación de plazas de empleo, la innovación y el dinamismo productivo del país, por lo que el INEN ha creado “Mi primer Certificado INEN”, cuya vigencia es de 3 años y puede ser renovado por un periodo igual al establecido, con un informe favorable de la Dirección de Validación y Certificación, cabe destacar que las Mipymes se encuentran inmersas en todas las actividades productivas de la economía, tales como el comercio al por mayor y al por menor; agricultura, silvicultura y pesca; industrias manufactureras; construcción; transporte, almacenamiento y comunicaciones; bienes inmuebles, entre otros, según datos del 2019 del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), está constituido por 882.766 empresas, de las cuales las Mipymes representan aproximadamente el 90.89% del total de empresas registradas. En este contexto el Servicio Ecuatoriano de Normalización –INEN, vio la necesidad de potenciar esta actividad, por lo que invita a las Mipymes y las organizaciones de Economía Popular y Solidaria a obtener dicha certificación cumpliendo con requisitos legales, de gestión financiera, gestión de recursos humanos, servicio al cliente, gestión de compras, control de la producción, calidad del producto, conservación y entrega del producto; además de innovación y emprendimiento (INEN, 2020).

Según el artículo 3, párrafo 5 de la Constitución de la República del Ecuador (2008), la responsabilidad principal del país es la planificación del desarrollo nacional, la erradicación de la pobreza, desarrollo sostenible y; una justa redistribución de recursos y riqueza para acceder al buen vivir.

A tono con lo que la Constitución estipula, es importante señalar la necesidad de propender a una mejor distribución de la riqueza enmarcada en los Objetivos del Plan Nacional del Buen Vivir Toda una Vida PNDTV (2017-2021), al Eje 2 “Economía al Servicio de la Sociedad”, que toma como punto de partida la premisa de que la economía debe estar al servicio de la sociedad.

Es así que nuestro sistema económico, por definición constitucional, se basa en la economía social y solidaria; dentro de este sistema económico interactúan los subsistemas de la economía pública, privada, popular y solidaria. No se puede entender la economía sin abarcar las relaciones entre los actores económicos de estos subsistemas, que son de gran importancia y requieren incentivos, regulaciones y políticas que promuevan la productividad y la competitividad. Entre los Objetivos Nacionales de Desarrollo para alcanzar el Buen Vivir que guarda relación con el ámbito financiero, es el Objetivo N° 5, “Impulsar la productividad y competitividad para el crecimiento económico sostenible, de manera redistributiva y solidaria”.

De acuerdo con la Ley Orgánica de Apoyo Humanitario (2020) para combatir la crisis sanitaria derivada del COVID-19, fue institucionalizada y aprobada a través de la Asamblea Nacional, como medio para sobrellevar la crisis sanitaria existente y por la que el mundo entero atraviesa, esta ley garantiza y promueve en cierto grado el derecho de los trabajadores y empleadores, además se trata de sostener el equilibrio económico nacional a través de estrategias entre las cuales se destacan: el diferimiento de las cuotas de los préstamos, obligaciones tributarias, cobro de servicios básicos, pago de pensiones, como la prohibición de despido ineficaz, intempestivo entre otros.

De la misma manera, la Ley Orgánica de apoyo humanitario (2020), para combatir la crisis sanitaria derivada del COVID-19, tiene por objeto establecer medidas de apoyo humanitario, necesarias para enfrentar las consecuencias derivadas de la crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19, a través de acciones tendientes a mitigar sus efectos adversos dentro del territorio ecuatoriano; que permitan fomentar la reactivación económica y productiva del Ecuador, con especial énfasis en el ser humano, la contención y reactivación de las economías familiares, empresariales, la popular y solidaria, y en el mantenimiento de las condiciones de empleo (p. 6).

El Banco Central del Ecuador y las Superintendencias de Bancos y de Economía Popular y Solidaria establecieron los procedimientos y mecanismos para que las entidades del sistema financiero nacional reporten la información de los segmentos de crédito definidos en la resolución No. 059-2015-F de fecha 16 de abril del 2015. Se aplicarán únicamente respecto de las operaciones de crédito desembolsadas o compradas a partir de la fecha de las resoluciones de los organismos de control del sistema financiero, mediante las cuales, en el ámbito de su competencia, expidan los catálogos de cuenta, los procedimientos y

los reportes de información necesarios para su implementación. Los créditos comerciales prioritarios, corporativo, para personas naturales obligadas a llevar contabilidad, personas jurídicas que registren ventas anuales superiores a USD 5,000,000.00, los créditos a nivel empresarial orientados a personas naturales obligadas a llevar contabilidad, personas jurídicas que registren ventas anuales superiores a USD 1.000.000.00 y hasta USD 5.000,000.00; el crédito Pymes destinado a personas naturales obligadas a llevar contabilidad y personas jurídicas cuyas ventas anuales sean superiores a USD 100.000.00 y hasta USD 1.000.000.00. Para el caso de los Microcréditos, los solicitantes de crédito cuyo saldo adeudado en microcréditos a la entidad del Sistema Financiero, incluyendo el monto de la operación solicitada sea: Minorista, Menor o igual a USD 1.000.00, Acumulación simple, superior a USD 1.000.00 y hasta USD 10.000.00, Acumulación ampliada, superior a USD 10.000.00.

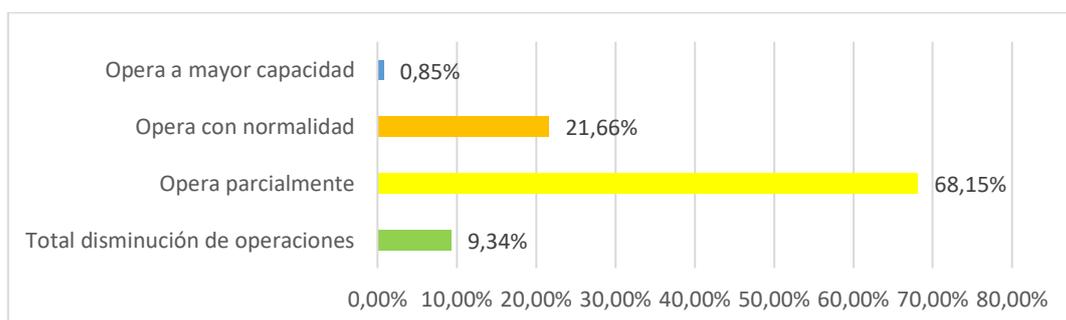
Del mismo modo, las tasas de interés son la pesadilla de todo deudor; sea este un consumidor con su tarjeta de crédito, un emprendedor que requiere capital de trabajo, una empresa con planes de expansión, o un gobierno que necesita recursos para enfrentar una crisis. Por consiguiente, estamos hablando del precio del dinero, la utilidad del acreedor, el costo financiero de la operación crediticia, o una cobertura monetaria para preservar el poder adquisitivo del dinero en el tiempo; constituye, con las garantías o colateral, el principal determinante del acceso y demanda del mercado de crédito.

En lo que respecta, al marco del acuerdo con el Fondo Monetario internacional -FMI (2019), y dentro del Memorando de Políticas Económicas y Financieras, se estableció como uno de sus compromisos de política pública reforzar la resiliencia del sistema financiero a través de la profundización en los niveles de intermediación financiera, apuntalando la revisión de políticas de tasas de interés, que ayuden a promover la inclusión financiera. Intuitivamente, este compromiso supondría la revisión de la actual política que pone límites máximos a la fijación de tasas por tipo de crédito.

Resultados

Para el procesamiento y análisis de la información proporcionada por las micro, pequeñas y medianas empresas, en el presente trabajo de investigación, fue necesario acudir a la técnica de la encuesta y el instrumento del cuestionario, en un total de 30 ítems, seleccionando únicamente cinco por ser los más trascendentales.

Figura 1. Capacidad de operaciones por la presencia del COVID 19.

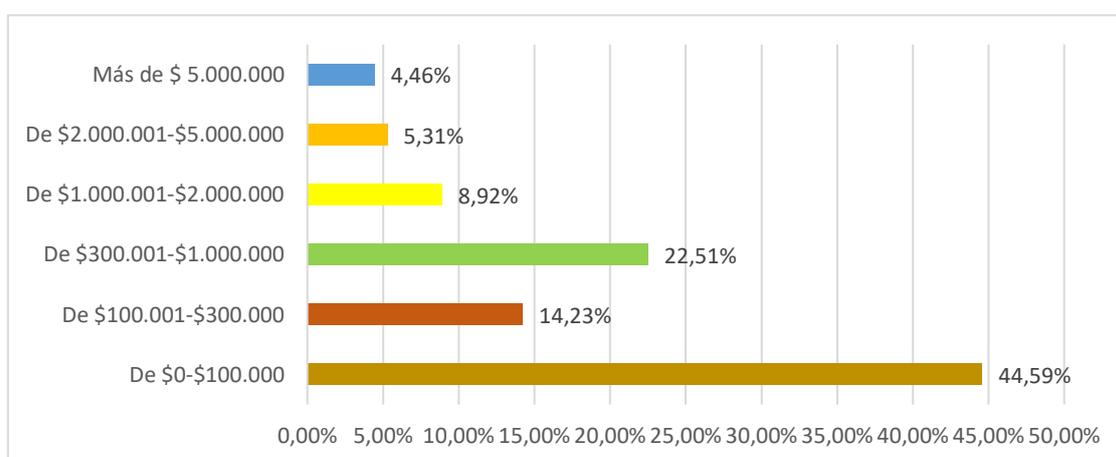


Fuente: Elaboración propia (2021).

El análisis de la figura N°1 muestra la capacidad de operaciones ante la presencia del COVID 19, los ejecutivos empresariales sostienen que operan parcialmente el 68.15%, como consecuencia de la caída en los ingresos, por la disminución de las ventas, por otra parte operan con normalidad un 21.66%, la nueva realidad económica y social que se vive hoy presenta una disminución de operaciones en 9.34%, debido a que el perfil del consumidor ha cambiado para siempre, tras la crisis, la incertidumbre de la "nueva normalidad" obliga a las empresas y marcas a adaptarse con rapidez.

De acuerdo con el análisis realizado a algunas empresas reguladas por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros, se presentan resultados, considerando la información financiera con corte a 31 de diciembre de 2020. El análisis fue medido por ingresos operacionales y reportado por las sociedades que entregaron información financiera, esto nos permite darle una mirada más amplia al tejido empresarial del país, en un año especialmente difícil como lo fue el 2020 por el impacto de la pandemia, en el que se evidenció pérdidas, al respecto tan solo el 0.85% de las empresas objeto de análisis se encuentra operando a mayor capacidad, en este grupo estarían especialmente los sectores que tienen como actividad la industria farmacéutica, sectores de atención de salud humana y asistencia social; y, aquellas empresas dedicadas a la venta de alimentos por ejemplo el sector de supermercados, y empresas del sector industrial y comercial dedicados a los ámbitos antes mencionados, fueron las empresa con más ventas generadas durante el año de la pandemia, según el Ranking Empresarial elaborado por la Superintendencia de Compañías. Por consiguiente, las empresas deberán establecer los protocolos internos necesarios que garanticen la continuidad de sus operaciones y les permitan cumplir en la medida de lo posible, con sus obligaciones laborales, fiscales y legales en general, para no afectar sus operaciones futuras, además de garantizar los flujos de liquidez, conservar las plazas de empleo y la actividad productiva con el fin de reactivar el aparato productivo ante la presencia del COVID-19.

Figura 2. Rango de ventas aproximado en el año 2020



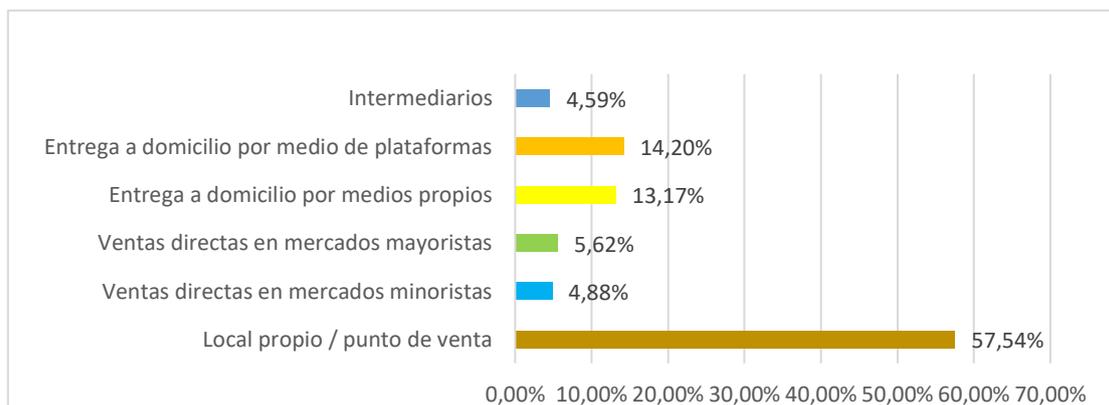
Fuente: Elaboración propia (2021).

La información recogida permitió determinar el comportamiento del rango de ventas durante el ejercicio económico del 2020, el 44.59% de encuestados ha presentado un

rango estimado entre \$0 a \$100.000, el 22.51% de las empresas registran un rango de ventas de entre \$300.001 a \$1.000.000, por otro lado el 14.23% de las empresas mencionan tener ventas entre \$100.001 a \$300.000, el 8,92% posee ventas de entre \$1.000.001 a \$2.000.000, el 5,31% de los encuestados señalan tener ventas de entre \$2.000.001-\$5.000.000 y finalmente un 4.46% cuentan con ventas mayores a \$5.000.000. Existe un claro panorama de ventas que fluctúa de acuerdo al tipo de empresa y el bien o servicio que oferta, añadiéndole a ello los diferentes desafíos que han tenido que sobrellevar por la pandemia y las medidas de restricción emitidas.

De allí que es necesario el apoyo al sector productivo, entendiendo que en esta crisis hay actividades potencialmente ganadoras y perdedoras. En el primer grupo, tenemos productos agrícolas básicos, comercio electrónico, TICs, cuidados de salud y personales, procesamiento de alimentos, distribución y logística, accesorios y equipos médicos; mientras en el segundo grupo, tenemos al turismo, servicios de aviación y marítimos, construcción y bienes raíces, manufactura de productos no esenciales, servicios financieros, educación y combustibles, por ello es necesario promover el consumo, ya que este rubro corresponde a casi dos terceras partes del producto interno bruto del país. Para ello, una reducción temporal del impuesto al valor agregado u otros podría ser un buen incentivo al consumo Becerra, Flores y Cuadrado (2021). Si hay más consumo, se potenciará la base de contribución, de lo contrario no habrá impuestos que tributen las micro, pequeña y medianas empresas.

Figura 3. Distribución de productos y/o servicios a los clientes ante la presencia del COVID 19.

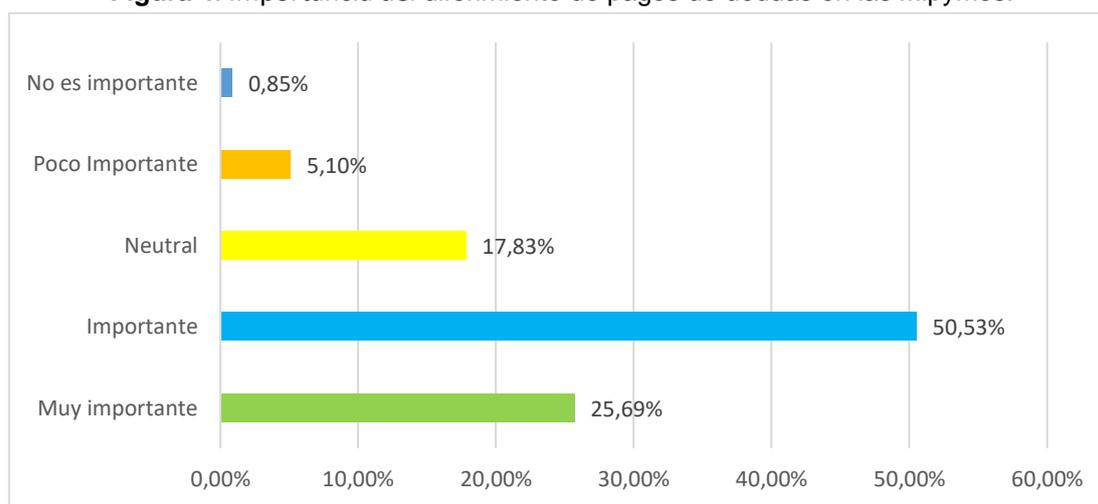


Fuente: Elaboración propia (2021).

El análisis indicó, según la figura N°3, con respecto a la distribución de productos y/o servicios a los clientes ante la presencia del COVID 19, la tendencia muestra que un 57.54% usa un local propio para sus actividades productivas y comerciales, el 14.20% realiza la entrega a domicilio por medio de plataformas tecnológicas tales como los navegadores web (por ejemplo, Chrome, Safari, Internet Explorer), los sitios de redes sociales, como Facebook, Twitter, WhatsApp, así como las aplicaciones móviles Android y Apple (IOS). El 13.17% entrega a domicilio por cuenta propia y así también tienen un ingreso extraordinario por el envío.

El servicio de entrega a domicilio permite que el consumidor adquiera productos sin salir de casa, por lo cual tiene que hacer una lista de lo que necesita con las mayores especificaciones posibles, sin contar con aplicaciones móviles para hacerlo, esta es una idea favorable para el consumidor, el 5.62% por ventas directas a mayoristas, hoy muchas empresas buscan mayor eficiencia en sus ventas utilizando canales directos de distribución evitando las ventas por medio de mayoristas, el 4.88% por ventas directas en mercados minoristas, que son las realizadas por los comerciantes minoristas, es decir venden directamente a los consumidores finales. El comerciante minorista es, tal como su nombre indicó, el que vende al por menor o al detalle sus productos, y el 4.59% por intermediarios, o por personas y empresas que sirven como nexo para comercializar la disponibilidad de productos, bienes y servicios de unos productos y la persona que lo demanda, logrando ampliar el mercado brindando facilidades para los consumidores.

Figura 4. Importancia del diferimiento de pagos de deudas en las Mipymes.

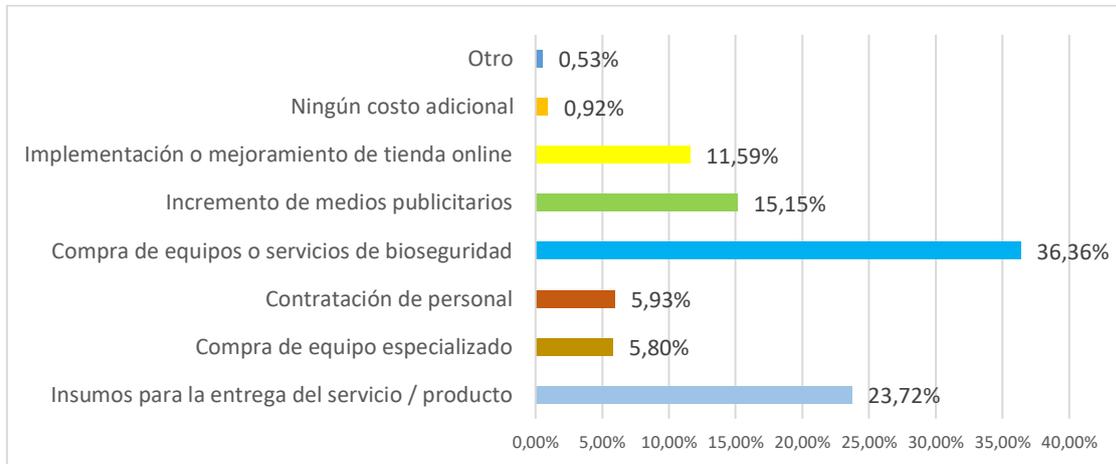


Fuente: Elaboración propia (2021).

Los resultados obtenidos de los cuestionarios aplicados a los actores empresariales establecen que el diferimiento de pagos de deudas es un factor determinante en la salud financiera de las Mipymes, el 50,53% sostienen que fue importante esta medida dispuesta por el gobierno, en tanto que el 25,69% afirman que fue muy importante, al unir estas tendencias tenemos el 76,22% de ejecutivos empresariales, esta estrategia permitió oxigenar y aliviar a las micro, pequeñas y medianas empresas que no tuvieron ingresos estables, como los comerciantes de la calle, tiendas, almacenes, bazares, restaurantes, cafeterías que viven de las ventas diarias, por el confinamiento desde mediados de marzo hasta finales de junio del 2020, la Superintendencia de Bancos dispuso que, a nivel general los pagos y cuotas de capital e intereses por concepto de obligaciones financieras diferidas extraordinariamente, no causarán intereses moratorios, gastos, recargos ni multas durante el periodo o plazo acordado con el deudor, de allí que las instituciones financieras procedieron a diferir 2 o 3 cuotas, y extender el plazo de pago en 3 meses, para los microcréditos y los créditos productivos de pequeñas empresas que así lo requirieron. Así mismo el 17,83% se mantuvo neutral, es decir que no estaban de acuerdo y en desacuerdo con el diferimiento de pagos por créditos otorgados por el Sector

Financiero, el 5,10% manifestaron que es poco importante, mientras que el 0,85% sostuvieron que no es importante, toda vez que no consideraron este beneficio bajo nuevas condiciones porque a la final terminarían pagado sus intereses en un tiempo más prolongado, además que contaban con recursos que les permitió operar durante el confinamiento, por la presencia del COVID 19.

Figura 5. Costos adicionales, que ha incurrido la empresa para estar funcionando.



Fuente: Elaboración propia (2021).

Las opiniones emitidas en cuanto a los costos adicionales incurridos por las empresas para su funcionamiento señalan que el 36.36% de las empresas hicieron compras de equipos o servicios de bioseguridad para la protección de la salud tanto de empleadores y sus trabajadores, esta fue una inversión necesaria e inteligente, con el fin de reducir el riesgo de transmisión de COVID 19, el 23.72% en insumos para la entrega del producto o servicio, requeridos en los servicios de alimentación y las actividades de control de inventario, esto implica desde la solicitud de los insumos y/o productos a los proveedores, hasta la entrega de los mismos al supervisor de turno, los líderes de los servicios de alimentación o a los empleados a quienes se delegue, este costo aumentó debido al temor que las personas tenían de contagiarse, haciendo que disminuyeran las ventas por desconfianza, así mismo el 15.25% incrementó su presupuesto en medios publicitarios para mostrarse ante sus clientes potenciales, especialmente mediante el internet y la amplia gama de oportunidades que ofrece el mundo digital, plataformas y redes sociales que las empresas lo vieron como una oportunidad.

El 11,59% se orientó a la implementación o mejoramiento de su tienda online, es decir tiendas virtuales o tiendas electrónicas, un tipo de comercio que usa las bondades de la tecnología y el comercio electrónico como herramientas esenciales para realizar sus transacciones a través de un sitio web o una aplicación conectada a Internet, en tanto que, el 5.93% tuvieron que invertir en la contratación de personal, principalmente empresas farmacéuticas o supermercados requirieron incrementar su personal, ya que dentro del caos estos dos sectores fueron los más demandados, el 5,80% compró equipos especializados, insumos, dispositivos y equipos médicos para la emergencia por Covid-

19, además de propiedad, planta y equipo a ser utilizado por la empresa para generar renta o ingresos, como puede ser el caso de una máquina o equipo de una empresa industrial, un teléfono celular, un computador entre otros, el 0.92% no tuvo ningún costo adicional y el 0.53% tuvieron otros costos.

Análisis Créditos para las Mipymes en el Ecuador

En esta crisis, la economía se ha paralizado durante varias semanas y la recuperación de la actividad se produce en un nuevo entorno mucho más incierto, en el que los procesos productivos y los patrones de consumo se ven afectados por las medidas de seguridad sanitaria, y en el que muchas empresas y puestos de trabajo no habrán logrado sobrevivir.

Para aliviar las cargas financieras el gobierno tuvo que tomar las siguientes acciones; con respecto al Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social -IESS, se aplazó por 90 días el pago de los aportes de abril, mayo y junio de los afiliados voluntarios y sin relación de dependencia. Esto se suma al anuncio del diferimiento a 6 meses del pago del Impuesto a la Renta de abril, mayo y junio de los sectores turísticos, exportadores y de pequeños contribuyentes.

Por su parte la BanEcuador y la Corporación Financiera Nacional – CFN, postergaron los pagos de marzo, abril y mayo de la siguiente manera; los intereses no cobrados se repartieron en 12 meses a partir de junio y el capital se dividió hasta el final del periodo del crédito. Así mismo el Banco del Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social-BIESS, emitió la resolución para los clientes del BIESS que se encontraban en mora se beneficiaron de una reestructuración y refinanciamiento de sus préstamos hipotecarios hasta 18 meses de gracia y 30 años plazo. Por otro lado, el Banco de Desarrollo del Ecuador- BEDE, estableció para los pequeños y medianos gobiernos seccionales que son usuarios, la posibilidad de solicitar una reestructuración de sus deudas con un periodo de gracia o una ampliación de plazo de acuerdo con la realidad local.

De igual forma las cooperativas de ahorro y crédito, que administran recursos de la Corporación Nacional de Finanzas Populares y Solidarias (CONAFIPS) pudieron reprogramar las cuotas de abril y mayo y refinanciaron operaciones de sus clientes finales pudiendo acceder a créditos de 12 meses en la Corporación. Por otro lado, los Bancos aplazaron hasta por 60 días sin recargos el cobro de cuotas de crédito personales, microcréditos y pequeñas empresas. También refinanciaron las deudas de acuerdo con las necesidades particulares, establecieron también créditos de contingencia a largo plazo para la recuperación productiva de otros sectores afectados, para el caso concreto de los trabajadores de cuenta propia se elaboró un plan especial.

En concordia con lo expuesto, los Bancos y Cooperativas ofrecieron beneficios para aliviar la presión de las obligaciones crediticias de sus clientes, en un escenario de menor liquidez en las Mipymes, por la emergencia del COVID-19. No obstante de 24 bancos privados que operan en Ecuador, los 16 que son parte de la Asociación de Bancos Privados del Ecuador - (ASOBANCA), con resolución de fecha 16 de marzo del 2020, aplazaron hasta por 60 días el cobro de las cuotas de los préstamos de tres tipos de

beneficiarios, en el primer grupo están los clientes con créditos personales de consumo; por ejemplo, para adquirir autos, pagar un viaje, amoblar la casa, entre otros, en el segundo lugar están los microcréditos; es decir, aquellos que se entregan a personas naturales o jurídicas con ventas de hasta USD \$ 100.000; y, en el tercer lugar, los préstamos a empresas pequeñas. En este sentido para estos segmentos también se refinanciaron las condiciones de las tablas de amortización. Es de indicar que no fue necesario que la Junta de Política y Regulación Monetaria emita una resolución para implementar estas decisiones, que se aplicaron de manera inmediata.

Con respecto a las deudas con tarjetas de crédito, préstamos hipotecarios y las operaciones crediticias de empresas medianas y grandes no recibieron el beneficio de aplazamiento de cuotas. No obstante, de esto, cada banco evaluó la situación del acreedor y decidió si ofrecer el refinanciamiento. Otro aspecto que es necesario señalar es que algunos bancos decidieron incluir a las obligaciones con tarjetas de crédito, pero eso es parte de la estrategia de cada institución financiera, por ello cada banco ofreció facilidades en la medida en que le fueron posibles, así el Banco Guayaquil, por ejemplo, incluyó las deudas con tarjeta de crédito en las dos opciones de financiamiento.

Por la diversidad de opciones presentadas por el sistema financiero nacional cada cliente debía acercarse a su institución financiera y comprobar las afectaciones y manifestar su consentimiento para acceder a ellas.

Por otra parte, la Unión de Cooperativas del Sur (UCACSUR), que agrupa a 15 cooperativas que representan el 30% de los activos de la economía popular y solidaria, también dio una gracia hasta por 90 días en las cuotas, para tal fin cada cooperativa analizó qué tipo de crédito y desde cuándo aplicó, favoreciendo a los socios que generalmente son microempresarios que generan sus ingresos con el trabajo diario y no pudieron tener los fondos suficientes para cubrir sus obligaciones.

Como puede advertirse, las instituciones financieras privadas trabajaron, durante el estado de emergencia en ventanillas, pero instaron a los clientes a preferir el uso de medios digitales o de la banca telefónica. En este sentido los bancos, operaron con medidas como teletrabajo, desinfección en cada puesto y dispensarios médicos para sus trabajadores. Durante el estado de emergencia de la información recogida se pudo determinar un crecimiento significativo de los servicios de banca virtual, es decir un crecimiento de transacciones. Ante la emergencia nacional por el COVID 19, las cooperativas y bancos emprendieron planes con beneficios para clientes. Estas entidades, además, aplicaron programas para aumentar los controles sanitarios en la matriz, sucursales y agencias bancarias de todo el país.

En consecuencia, en el Ecuador existen varias vías de acceso a un crédito, ya sean públicas o privadas. Los préstamos oscilan de mínimos de \$500 a \$2.000 a máximos desde \$50.000 hasta \$25 millones, enfocados para emprendedores, microempresarios y empresarios. De allí que los microcréditos, van dirigidos para quienes deseen incrementar el volumen de los negocios de los trabajadores autónomos o para impulsar un modelo de comercio social. Por ejemplo, BanEcuador ofrece créditos que van desde \$500 hasta un

total de 150 remuneraciones mensuales unificadas (RMU), esto es, \$57.900. Así mismo tiene otros programas como: Crédito Joven, Gran Minga Agropecuaria y Banco del Pueblo, en este último su máximo es de \$15.000 y va enfocado a apoyar a las asociaciones, organizaciones comunitarias, emprendedores, de las zonas rurales y urbanas, las tasas de interés que maneja la institución van desde el 9,76 % al 11%.

En tal sentido, la Corporación Financiera Nacional (CFN), a través, del Fondo Nacional de Garantías (FNG) da créditos para emprendedores hasta \$100.000, no hay una cantidad mínima establecida. La persona puede solicitar desde cualquier monto, de esta manera se brinda oportunidades de crecimiento a jóvenes, emprendedores y pequeños empresarios. Esta alternativa de crédito funciona con Banco del Pacífico, Banco General Rumiñahui, Banco Amazonas, Banco Comercial de Manabí, Banco Procredit, Banco Finca, Cooperativa de Ahorro y Crédito Alianza del Valle, Cooperativa de Ahorro y Crédito Andalucía, Del Bank y el Banco del Litoral.

Para quienes tienen pequeñas y medianas empresas, por lo general, sus apogos en líneas de créditos son más elevados con otro tipo de plazos, periodos de gracia y por supuesto, tasa de interés. Por su parte, la Corporación Financiera Nacional (CFN), otorga financiamiento desde \$50.000 hasta \$25 millones. Adicionalmente, \$50 millones para grandes grupos económicos, para ello es necesario el estado de situación financiera, estado de resultados y flujo de caja proyectado, además dar información de su plan de negocios que incluya: Plan de inversiones, esquema de financiamiento, oferta, demanda, precios, costos, entre otros. Igualmente, las garantías son de tipo hipotecario (terrenos, edificios, galpones) o prendario (vehículos, maquinarias, equipos, entre otras), el porcentaje de cobertura requerido es de al menos 125%.

En cuanto a las tasas de interés, estas van en función al segmento del crédito al cual pertenece el cliente, plazo y destino de la operación, por ejemplo, las tasas de interés para los créditos: Corporativo 7.50%, Empresarial 8.25% y Pyme 9.75%, la tasa de interés para el sector Microcrédito es del 24% si se trata de niveles de ventas menores de \$100.000; y del 11.23% nominal si el negocio vende entre \$100.000 a un millón de dólares. Estas tasas generalmente son reajustables en base a la TPR (Tasa Pasiva Referencial) del Banco Central del Ecuador, varias son las opciones para acceder a un crédito, sea desde el lado público o privado, todo dependerá para qué se desea y si va a cubrir la necesidad de la Mipyme.

Según, Becerra y Cuadrado (2020) para facilitar los pagos de los créditos es importante poner a disposición de la ciudadanía mecanismos que garanticen la recuperación de la cartera, apoyando al crecimiento sostenido del patrimonio y la sobrevivencia en el largo plazo de las instituciones financieras, disminuyendo de esta forma el riesgo financiero.

Conclusiones

A continuación, se exponen las principales conclusiones, integrando los resultados de los cuestionarios, y la técnica de la observación:

- La información recogida en los gráficos N°1, 2 y 3 respectivamente, sostiene que operan parcialmente el 68.15%, como consecuencia de la caída en los ingresos, por la disminución de las ventas, producida por la pandemia del COVID 19, los empresarios opinan que promover el consumo es fundamental para la reactivación de las actividades comerciales que ellos viven del ingreso diario, esto se evidencia conforme se refleja en el grafico N°2, que corresponden al grupo de microempresarios y emprendedores cuyas ventas son menores a los \$ 100.000,00, con el 44,59%, así mismo la distribución de los productos y/o servicios se realizan en un porcentaje del 57,54% en el local propio o punto de venta.
- El comercio electrónico a través de varias plataformas y la entrega a domicilio con un 27.37% fueron parte de las innovaciones en los negocios que devinieron de la pandemia.
- El análisis de los gráficos N°4 y 5 con respecto a la importancia del diferimiento de pagos de deudas que incidieron en las micro, pequeñas y medianas empresas, el 76,22% sostienen que fue trascendental esta medida dispuesta por la Junta de Política y de Regulación Monetaria, esto permitió tranquilizar a las micro, pequeñas y medianas empresas que no tuvieron ingresos sólidos, para atender los pagos de capital e de intereses, hasta por dos o tres meses, esto permitió conforme grafico N°5, que las empresas hayan incurrido a la compra en una buena parte de equipos o insumos de bioseguridad, en el 36.36% para el resguardo y protección de la salud tanto de empresarios y sus colaboradores, para menguar el riesgo del contagio de coronavirus.
- Ha pasado poco más de un año y medio desde que la pandemia inició su brutal golpe sobre la salud de cientos de ecuatorianos y particularmente de la zona 6, y sobre todo de la economía. La respuesta de las autoridades para atender la emergencia en ambos casos, con la ayuda del sector privado, la academia y la sociedad civil, ha sido oportuna. Actualmente el gobierno viene trabajando en forma conjunta y solidaria, por ello consideramos que podremos superar la crisis de salud que enfrentamos. Ahora bien, no nos podemos quedarnos en esta etapa, debemos comenzar a prepararnos para superar la crisis económica en que hemos caído por responder a la crisis de salud. De allí nace el gran reto que nos espera en materia de reactivación económica, es importante tener presente que la superación de este reto solo se alcanzará de manera satisfactoria mediante la vacunación de la población llegando a la inmunidad de rebaño y la tan ansiada reactivación del tejido empresarial.
- Los datos contenidos en la información recogida permiten determinar que los impactos repentinos de la pandemia en los negocios, teniendo que acoplarse a la situación del momento, algunos negocios que sí lograron quedarse de pie tomaron decisiones que llevaron a involucrarse con la tecnología. La acción de quedarse en casa dio como consecuencia la disminución en las ventas para los locales que tenían un puesto estable en el mercado esto ante el temor de contagio por COVID 19.

- Pocas empresas contrataron personal, pero algunas tuvieron que despedir a sus colaboradores. El mercado creció para los negocios de primera necesidad, comida y farmacias, negocios como venta de ropa o accesorios fueron afectados.
- Los resultados indicaron que los créditos son los mejores instrumentos financieros para adquirir productos y servicios y pagarlos en plazos cómodos. Los créditos permiten que las micro, pequeñas y medianas empresas, tengan liquidez, para cubrir sus obligaciones con proveedores, trabajadores, administración tributaria, Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, es importante que las empresas paguen sus préstamos sin morosidad por sus operaciones para garantizar su permanencia en el mercado. Es ahí donde la banca tiene que estar a la altura de las circunstancias, garantizando la liquidez y la financiación que necesitan las empresas.
- Finalmente se sostiene la importancia del sector financiero y la diversidad de los servicios que atienden a las particularidades de las Mipymes, sumada a la pronta acción gubernamental y la aceptación por parte de las entidades financieras, constituyendo elementos esenciales para la reactivación económica y mitigar los efectos negativos de la crisis.

Referencias bibliográficas

- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica*. (7ª Edición), Caracas – Venezuela. Editorial El pasillo, C.A.
- Asamblea Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Montecristi: Asamblea Constituyente, Gaceta oficial N° 449 del 20 de octubre del 2008.
- Banco Central del Ecuador (2021), recuperado de: <https://www.gob.ec/bce>
- Becerra, E. & Cuadrado, G. (2020). El microcrédito productivo como dinamizador de la economía campesina en la región del Austro. *Visionario Digital*, 4(4), 6-31.
- Becerra, E., Flores, M. E., & Cuadrado, G. (2021). La fiscalidad en las Mipymes de la región del Austro, en el contexto de la pandemia del COVID-19. *AlfaPublicaciones*, 3(3), 98–119.
- Boholasvsky, J. P. (2020). Covid-19, instituciones financieras internacionales y continuidad de las políticas androcéntricas en América Latina. *Scielo*. Obtenido de https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-026X2020000200201&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Casero, M., Crespo, C., Mateo, M., & Vidal, J. (2020). *revistasice.com*. Obtenido de: <http://www.revistasice.com/index.php/BICE/article/view/7176/7179>

- Centro de Desarrollo de la OCDE. (2020). *Impacto financiero del covid-19 en Ecuador: desafíos y respuestas*, obtenido de: <https://www.oecd.org/dev/Impacto-financiero-COVID-19-Ecuador.pdf>
- Hernández, S., Fernández, C., & Baptista, L. (2016). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill Educación, 6ta. Edición.
- INEN. (2020). SERVICIO ECUATORIANO DE NORMALIZACION. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/mipymes-y-organizaciones-de-economia-popular-y-solidaria-son-una-pieza-clave-para-la-economia-del-pais>.
- La Comisión Económica para América Latina – CEPAL (2021), Obtenido de: [cepal.org: https://www.cepal.org/es/comunicados/covid-19-tendra-graves-efectos-la-economia-mundial-impactara-paises-america-latina](https://www.cepal.org/es/comunicados/covid-19-tendra-graves-efectos-la-economia-mundial-impactara-paises-america-latina)
- Ley Orgánica de apoyo humanitario (2020). Gaceta oficial N° 229, del 22 de junio del 2020.
- Lozada, M. (2020). *La Función Financiera de la Empresa*. Ecofinanzas, recuperado de: <https://asesoriaslozada.blogspot.com/2020/04/la-funcion-financiera-de-la-empresa.html>
- OCDE. (2020). [oecd.org](https://www.oecd.org/dev/Impacto-financiero-COVID-19-Ecuador.pdf). Obtenido de [oecd.org: https://www.oecd.org/dev/Impacto-financiero-COVID-19-Ecuador.pdf](https://www.oecd.org/dev/Impacto-financiero-COVID-19-Ecuador.pdf)
- Yuni, J. y Urbano, C. (2006). *Técnicas para investigar*, segunda edición. Buenos Aires: Brujas.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Becerra Molina, E., Cuadrado Sánchez, G., & Flores Flores, M. E. (2021). Medidas financieras en el entorno de los negocios, para minimizar los efectos de la pandemia COVID-19. *ConcienciaDigital*, 4(3), 211-231.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1800>



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

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



Las rutas alimentarias: una estrategia turística basada en la identidad gastronómica ambateña



The food routes: a tourist strategy based on the Ambato's culinary identity

María Verónica Montalvo Moncayo.¹, Maria Fernanda Viteri Toro.², Camilo Francisco Torres Oñate.³ & Daniel Oswaldo Sánchez Guerrero.⁴

Recibido: 18-05-2021 / Revisado: 29-05-2021 / Aceptado: 22-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract.

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1802>

Introduction. This research is focused on the canton Ambato, which is considered as the largest collection center in the central area of the country, having a fertile land has the advantage of being a purely productive city achieving a growth in image and identity based on its culinary history being this a differentiating factor from the other cities of Ecuador. **Objective.** Generate a food route with axis in the revaluation of the Ambato's gastronomic identity, enhancing the kitchen in the tourist activity, becoming a preponderant factor in the motivation of choice of destination, due to the fact that the premise is increasingly evident: "you travel to eat". **Methodology.** A prospective

¹ Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Turismo, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Ambato, Ecuador. Correo: mvmontalvo0126@gmail.com ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2642-4958>

² Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Turismo, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Ambato, Ecuador. Correo: mf.viteri@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2600-7115>

³ Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Turismo, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Ambato, Ecuador. Correo: cf.torres@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9411-5401>

⁴ Universidad Técnica de Ambato, Carrera de Turismo, Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación. Ambato, Ecuador. Correo: do.sanchez@uta.edu.ec ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3104-9125>

descriptive research is developed applying a methodological model FAVA-SENA for the elaboration of the tourist route that embodies the Ambatos's food identity, carrying a historical knowledge through the traditions that each of the preparations has. **Results.** The representative dishes of the city give rise to the so-called "Route of the Agape", in search of giving a different meaning, that is, to create a fraternal link between the gastronomy and the tourist, which has an 83% of acceptability among the studied population. On the other hand, a nonparametric Kolmogorov-Smirnov test was performed obtaining a significance of 0.000 thus affirming the hypothesis raised. **Conclusion.** The tourist routes based on the identity of the food mark in the traveler an unforgettable experience and promote the tourist activity of the sector.

Keywords: Gastronomic tourism, Food routes, Gastronomic identity, Tourism strategy

Resumen.

Introducción. La presente investigación está enfocada en el cantón Ambato, el mismo que se lo considera como el centro de acopio más grande de la zona central del país, al tener una tierra fértil posee la ventaja de ser una ciudad netamente productiva logrando un crecimiento en imagen e identidad con base en su historia culinaria siendo este un factor diferenciador de las demás ciudades del Ecuador. **Objetivo.** Generar una ruta alimentaria con eje en la revalorización de la identidad gastronómica ambateña, realzando a la cocina en la actividad turística, convirtiéndose en un factor preponderante en la motivación de elección de destino, debido a que cada vez se evidencia más la premisa: "se viaja para comer". **Metodología.** Se desarrolla una investigación descriptiva prospectiva aplicando un modelo metodológico FAVA-SENA para la elaboración de la ruta turística que plasme la identidad alimentaria ambateña, llevando un conocimiento histórico a través de las tradiciones que posee cada una de las preparaciones. **Resultados.** Los platos representativos de la ciudad dan origen a la denominándola "Ruta del Ágape", en busca de dar un significado distinto, es decir, crear un vínculo fraternal entre la gastronomía y el turista, misma que cuenta con un 83% de aceptabilidad entre la población estudiada. Por otra parte, se realizó una prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov obteniendo una significancia de 0,000 afirmando así la hipótesis planteada. **Conclusión.** Las rutas turísticas basadas en la identidad de los alimentos marcan en el viajero una experiencia inolvidable y promueven la actividad turística del sector.

Palabras claves: Turismo gastronómico, Rutas alimentarias, Identidad gastronómica, Estrategia turística

Introducción.

El presente trabajo radica su relevancia e interés en el vínculo existente entre la actividad turística y los alimentos, sin descuidar la identidad tanto histórica como cultural de estos últimos; recientemente las rutas alimentarias son una tipología de turismo, tomando como

su principal motivo descubrir el patrimonio alimenticio del lugar y métodos de preparación, así como también zonas donde expenden una gastronomía tradicional. En varios países del mundo existen circuitos destinados a disfrutar distintos platos típicos, los cuales hacen más atractivo y único el destino que se está visitando.

Rutas alimentarias

El patrimonio alimentario se ha convertido en un fenómeno contemporáneo de gran impacto cultural, económico y político a nivel global; su importancia radica en la gran cantidad de productos únicos y su alto valor gastronómico y nutricional, así como la amplia variedad de técnicas y métodos de manipulación de los alimentos que son propias de una cultura determinada y le otorgan un sentido de identidad (Páez, Viteri, Torres, y Porras, 2020).

Las rutas alimentarias son consideradas como itinerarios turísticos que permiten satisfacer el deseo y las necesidades del turista permitiendo explorar al alimento y conocer la identidad de este, así como también conocer la región a la que pertenecen. Para Corigliano (2016) existe un vínculo entre el territorio y el turismo, el mismo que es considerado como la base fundamental para que se pueda dar la gestión en los destinos y de esta manera exista el turismo de los alimentos, siendo así una clave para que se pueda establecer una marca territorial.

Los alimentos y la vinculación con el turismo dan un carácter histórico y cultural valorizando el trabajo de las personas que se encuentran detrás de todo el proceso de la fabricación o cultivo de los alimentos, para que de este modo se acreciente el valor al destino, según Medina (2019) la herencia que contiene cada uno de los alimentos puede llegar a ser atractivamente interesante para las personas que lo estén visitando y se pueden llevar una gran experiencia de su visita, causando así la necesidad y el deseo de volver en otra ocasión.

La gastronomía (Guixer, 2019) en la actualidad se considera como uno de los elementos claves para el desarrollo de las rutas alimentarias, tal y como lo explican Xiang, Lurfald y Olav (2016) los alimentos y las rutas (Batat, y otros, 2019) se complementan entre sí permitiendo un desarrollo económico local, al mismo tiempo que se proporciona diferentes destinos turísticos, dando relevancia a los valores tradicionales e identidad al territorio perimiendo que sea conocido por una gran variedad de visitantes.

En los últimos años se ha impuesto el turismo alimentario (Ting, Tan, & A, 2017) con mayor fuerza, tal y como lo explica Amilien y Hegnes (2016), este turismo se centra principalmente en experimentar diferentes alimentos que se producen en el área y que se logre que los turistas planeen sus viajes exclusivamente con el fin de probar la variedad de alimentos que guardan muchas historias contadas hace varios años atrás, es esto lo que llama la atención de propios y extraños puesto que se lo reconoce como una tradición desde su fabricación hasta el lugar donde se hallan brindando el servicio, incentivando así a los propietarios de los negocios a continuar con la tradición.

Las rutas alimentarias (Soysal, Çimen, Belbag, & Togrul, 2019) tiene como motivo explotar los recursos locales de cada destino generando ingresos adicionales a los lugares visitados y también que exista una difusión del patrimonio histórico y de la cultura, potencializando así el turismo alimentario y que con esto se evite la pérdida de las tradiciones, como por ejemplo de hornear pan en horno de leña, o fabricar helado en pailas de bronce y entre otras tradiciones que existen, teniendo en cuenta que el alimento es imprescindible en la visita que realice el turista permitiendo así experimentar parte de las tradiciones del destino, como por ejemplo en Cañar, en donde las personas realizan un ritual llamado “Puruhuá” que consiste en colocar flores, frutas y piedras en el suelo para agradecer a la tierra “Pachamama” la cosecha del trigo y la cebada.

En el caso de Ambato al encontrarse en la zona central del país goza de un clima templado entre 15 - 19°C lo que ayuda a que su suelo sea fértil brindando así una gran cantidad y de variedad de alimentos nativos, los mismos que son cosechados y fabricados por los pobladores de la ciudad y que dan lugar a platos únicos y tradicionales que forman parte de la historia y de la cultura de la ciudad.

La implementación de rutas alimentarias se lo puede ver como un enfoque y un apoyo para que las tradiciones no se pierdan, desde sembrar una semilla para después cosecharla y tener como resultado final un alimento único y que este contenga la historia de nuestros antepasados, esta ruta es vital para Ambato, para que se mantenga como un atractivo ante el ojo de los turistas que visiten la ciudad, y que sea considerada como una potencia turística así como también construir una identidad alimentaria de todo el país, ya que el Ecuador tiene un sin número de tradiciones y costumbres en cada rincón.

Identidad Gastronómica

La identidad de los alimentos (Quinteros, Mendoza, & Quinteros, 2019) se considera como un concepto que no todas las personas han escuchado o tienen algún conocimiento del tema, sin embargo, dicho concepto se basa en el valor significativo de los saberes ancestrales (Lee, Kim, Kim, & Yun, 2018) implícitos en las recetas que marcan la tradición de cada lugar, así como el desarrollo del proceso para la obtención del alimento el mismo que tiene una historia que contar.

Lo que perdura en la comida con el pasar de los años es la preparación y los ingredientes que se utiliza, en especial que no se pierda el uso de los alimentos que son nativos de cada lugar, (Castro, Vallejo, & Estrada, 2019) los mismos que dan un sabor único y exclusivo ya que no es fácil de degustar en otros sitios, satisfaciendo el paladar de los turistas haciendo que el sabor sea único e incomparable quedando esa sensación del gusto y la prolongación en la tradición e historia de cada alimento y su preparación.

Los turistas a los largo de un viaje podrán dejar de visitar una iglesia, una estatua o algún emblema cultural del lugar, pero nunca van a dejar de servirse lo típico del sitio; y, al destino lo van a recordar más por la experiencia gastronómica (Lee, Pennington-Gray, & Kim, 2019) que por los lugares en sí que visitó, por tal razón es primordial que se valore

las tradiciones de nuestros antepasados ya que la gastronomía es un elemento importante por los productos nativos, los mismos que identifican a los pueblos.

Ecuador es una tierra muy generosa y productiva ya que nos brinda alimentos únicos, con un valor histórico incalculable tanto por su sabor como la textura de los productos. Es por ello que la gastronomía ecuatoriana es considerada exquisita por su amplia variedad para la preparación de comidas y bebidas (Pérez, Jaramillo, López-Guzmán, & Reinoso, 2017), el Ecuador geográficamente está dividido por cuatro regiones naturales en cada una de las cuales existen productos que las caracteriza, dichos alimentos se convierten en tradicionales al poseer una mezcla de cultura, sabores y saberes ancestrales.

Los turistas en Ecuador tienen una amplia gama de opciones gastronómicas para degustar, lo que promueve el interés de los mismos por relacionar la gastronomía con las creencias, costumbres y tradiciones del lugar visitado, aportando al desarrollo de este tipo de experiencias turísticas que enriquecen la oferta turística en el país a la vez que se mantiene vigente un legado cultural de antaño (Torres, Romero, y Viteri, 2017).

El Ecuador a diferencia de otros países es megadiverso por la gran cantidad de productos que ofrece para la preparación de sus platos, los mismos que contienen parte de la cultura asentada del territorio nacional. La ushucuta que viene del kichwa, significa “granos tiernos cocidos con ají” según el Ministerio de Cultura y Patrimonio de Ecuador, sería el plato prehispánico que dio origen a la fanesca, el cual se convirtió en un platillo tradicional que identifica una de las más grandes herencias culturales (MgGookin, y otros, 2019) a nivel nacional y que se lo elabora en la semana mayor del catolicismo; para la preparación de este apetecido plato se utilizan varios productos nativos de distintas zonas tales como: haba, garbanzo, lenteja, fréjol, chocho, arveja, melloco, choclo, zapallo, cebolla, sambo y pescado seco que al mezclarlos se da una expresión del mestizaje y de la diversidad cultural del país.

Adentrándonos un poco a una de las regiones naturales del Ecuador como es la sierra ecuatoriana o región Andina se puede decir que el ingrediente principal que se utiliza en la preparación de la mayor parte de sus platillos tradicionales y de diferente forma es la papa (Ceabtree, Vaughn, & Cabtree, 2017) producto que se ha sembrado, cosechado y preparado para el consumo desde la antigüedad por nuestras culturas ancestrales.

Específicamente en la ciudad de Ambato la cocción (Morkunaite, Podvezko, & Kutut, 2017) de la papa se la realiza para convertirla en molo que es una mezcla de un refrito de cebollas, ajo, achote y que se lo sirve acompañado de queso fresco, huevos duros, aguacate y lechuga, plato que muchos la confunden con el puré; dicha preparación es por lo general, se la degusta luego de la tradicional Fanesca que se sirve en semana santa y cabe recalcar que es uno de los únicos platos que se consumen en todos los rincones del país.

La degustación de un plato puede llegar a ser una fuerte interacción entre la cultura y el turista dando un valor simbólico al lugar, considerando que la gastronomía es declarada como patrimonio cultural inmaterial por sus técnicas, expresiones, conocimientos y

espacios culturales representativos de cada lugar, por tal razón se debe tomar con más importancia a la identidad de los alimentos para que de esta manera se fortalezca la tradiciones ancestrales para que de este modo se mantenga los valores culturales (Shanoer & Abed, 2018) y se pueda rescatar la herencia de cada pueblo, así como también las costumbres que se han dado de generación en generación.

El patrimonio es de carácter dinámico el cual está alejado de planteamientos que tienden con la relación con la tradición que resalta su carácter estático, el vínculo que existe entre las rutas alimentarias y aquellas indicaciones geográficas no son solo consideradas un capricho, éstas más bien deben ser un aporte en la economía de un lugar, la presentación que promuevan temáticas en donde se relaciones a los negocios turísticos y que los mismos puedan ser inclusivos y a la vez se aborden situaciones de la identidad de los alimentos, desde la perspectiva de las ciudades y los países que abordan un potencial exportador que éste vínculo del territorio va generando para otros (Montalvo, 2019).

Al hablar de rutas alimentarias la ciudad de Ambato cuenta con una gran variedad de alimentos al estar ubicada en la zona centro del Ecuador, tiene un clima de 15°C conocida como San Juan Bautista de Ambato, es la cabecera cantonal del cantón Ambato y la capital de la provincia de Tungurahua, llamada “Ciudad de las Flores y de las Frutas” o también “Cuna de los Tres Juanes”, tiene una población de 165.185 habitantes y es la décima ciudad más poblada del país. Ambato ha sido cuna de hombres ilustres entre los que figuran Juan Montalvo, Juan León Mera y Juan Benigno Vela; todos ellos escritores, literatos, periodistas y políticos, todo esto a confabulado a que esta tierra llena de oportunidades tanto en su economía, turismo y en especial la gastronomía (Montalvo, 2019), por lo tanto, se describe a continuación algunos de los alimentos y platos que en esta tierra se producen:

Cuyes de Ficoa. El cuy es un mamífero roedor de origen de la zona Andina de Bolivia, Colombia, Ecuador y Perú, el cuy es un producto alimentario de alto valor nutricional que contribuye a la alimentación de la población. En nuestro país se lo consume con mayor frecuencia en las comunidades campesinas e indígenas con diferentes preparaciones y está presente en peticiones de mano, bodas, entre otras (Montalvo, 2019).

Especialmente en Ambato luego del terremoto que ocurrió en 1949, los ciudadanos viendo la necesidad de surgir y buscar ingresos para sus familias, decidieron emprender y construyeron pequeños asaderos de cuyes localizados en Ficoa, es ahí que se empezó a ofrecer este plato y que hasta hoy en día se lo puedo encontrar, en los establecimientos el cuy se lo sirve acompañado de una papa cocida en salsa de cebolla y de una pequeña ensalada (Montalvo, 2019).

Jugos de la Susy. Han transcurrido más de cuatro décadas desde que Susy ayudo a su madrina a poner los jugos en enormes coladeros metálicos, ya que en esa época no existía aun las licuadoras, su puesto fue un regalo de 15 años de su madrina que con el pasar de los años se ha encargado de acreditar su negocio brindando una buena atención (Montalvo, 2019).

Los jugos más conocidos son el “El levantamortos” que está compuesto de borjón, espinaca y alfalfa y “noche de luna” que tiene huevo de codorniz, cerveza y también de borjón.

Helados de Ficoa. La Avenida Los Guaytambos que es la calle principal de este barrio se encuentran a la venta estos helados que dentro de su gama de sabores tiene vainilla con mora, taxo, vainilla con frutilla, coco, mora, ron pasas, higo, aguacate, entre otros (Montalvo, 2019).

Jugos de la Susy. Hace cuatro décadas Susy ayudaba a su madrina a tamizar la fruta en enormes coladeras metálicas para los jugos, ya que en aquella época no existía aun las licuadoras; cuando Susy cumple sus 15 años la madrina le obsequia el puesto, que con el pasar de los años se ha encargado de darle realce a su negocio brindando un buen sabor y buena atención. Dirección: Marieta de Veintimilla y Av. 12 de Noviembre. Mercado Central segundo piso (Montalvo, 2019).

Colada morada.- Es una bebida que se la consume en el mes de noviembre a nivel Nacional acompañada de una guagua de pan; en la ciudad de Ambato en el barrio de Atocha se la expende durante todo el año, se la considera como una bebida simbólica del lugar; esta tradición se la mantiene desde 1920 año en el que se empezó con su venta dando paso a la tradición que con el pasar de los años y de generaciones se ha convertido en una de las comidas típicas de la ciudad (Montalvo, 2019).

Helados de la Catedral.- Hace más de 20 años Don Segundo Oña se ha encargado de deleitar a propios y extraños con la venta de los tradicionales y famosos helados de paila de sabor a mora y con un cono de galleta artesanalmente elaborado; el expendio lo realiza en un carrito ubicado en la esquina de la Iglesia Catedral en las calles Bolívar y Montalvo (Montalvo, 2019).

Ponche suizo.- Don Serafín Viera en su juventud disfrutaba de viajar y conocer nuevas tradiciones, en unos de sus viajes a Suiza se impactó con el “ponche” que su chef le enseñó a preparar, para que tiempo después decidiera traer la receta a nuestra ciudad y en 1973 emprender su negocio abriendo sus puertas en su local ubicado en las calles Sucre y Montalvo (Montalvo, 2019).

Pan Tapado.- Norma Viteri lleva 35 años con el negocio del tradicional pan tapado, elaborado en un antiguo horno de leña construido con ladrillo, esto ayuda a calentar los troncos y hojas de eucalipto que le dan un sabor único y especial al pan, las persona llegan hasta la panadería La Delicia ubicada en el parque Rodo desde las 6h00 puesto que se puede comprar recién salido del horno (Montalvo, 2019).

Importancia de la ruta de identidad de los alimentos

Las Rutas Alimentarias como lo explica Barrera (2006) tienen un propósito más profundo, ya que a estas se las consideran como un instrumento primordial para un futuro sostenible en cuanto al turismo alimentario, la misma que promueve el desarrollo rural a través del posicionamiento de los alimentos con identidad territorial y que a su vez tienen

un proceso de preparación especial o de las celebraciones o rituales que se realizan para el consumo del plato (Montalvo, 2019).

Es así que la identidad de los alimentos busca descubrir lo más representativo de la región a la que representa, para Nudes dos Santos (2007) son productos turísticos que permiten explorar lúdicamente la historia y sobre todo las culturas ancestrales de cada uno los alimentos que se utilizan para la elaboración del plato e identificar el lugar donde es posible encontrarlo.

Las rutas alimentarias son consideradas como una herramienta para valorizar los productos primarios con los que son elaborados los platos así como también las tradiciones culturales, las mismas que prevalece en el turista y en especial de aquel que planifica su viaje poniendo como objetivo principal degustar de la comida tradicional que posee cada uno de los lugares, ya que estos llevan consigo una historia que contar, la misma que atraen la atención porque la mayoría de alimentos no se los puede encontrar en otro lugar (Montalvo, 2019).

Para Barrera y Bringas (2008), Francia lidera el desarrollo del turismo con base a una ruta *gourmet*, en la que se visita las principales ciudades con relevancia cultural alimentaria francesa, la misma que es considerada como un emblema de la cocina mundial por su destacada transcendencia en su gastronomía, seguido de España por su amplia variedad de productos y vinos de gran calidad.

La gastronomía es considerada patrimonio cultural de los pueblos y un elemento complementario del viaje, por tal razón dichas rutas deben ser una experiencia única para la persona que solicita del servicio, la preparación y la ubicación de cada ingrediente que este conlleve, debe tener una historia y una tradición que contar, ya que esto llama la atención de propios y extraños y que el sabor que estos transmiten sea únicos para el paladar y que sean muy difíciles de volver a encontrar en otros lugares, dando así una experiencia única para el viajero (Montalvo, 2019).

Para Carvajal (2016), el Ecuador es considerado un país megadiverso gracias a su cultura, condiciones climáticas, etnias y un sin número de productos que cuenta cada región del país. La comida ecuatoriana tiene una amplia variación, que se llena de diversos sabores identificados que identifican a cada pueblo y que al combinarlos da origen a las preparaciones tradicionales que llaman la atención de propios y extraños.

Los conocimientos culinarios se transmiten de generación en generación, por lo que tiene un alto nivel de fragilidad en su proceso de transmisión, lo que permite detectar su amenaza en la falta de difusión de la gastronomía tradicional, así como de sus técnicas y prácticas ancestrales para así conservarlas y difundirlas a las futuras generaciones (Torres, et al., 2019).

El objetivo de la ruta alimentaria es específicamente revitalizar ciertas debilidades y que están se transformen en un futuro sostenible fortaleciendo el turismo en la ciudad, vinculando y beneficiando a toda la comunidad y que de esta manera poder resaltar el

origen de los alimentos con los que son preparados los platos simbólicos que representan a Ambato, así como también la historia, cultura y tradiciones que cada uno de ellos tienen y que los expresan en la elaboración (Montalvo, 2019).

Metodología.

La propuesta metodológica investigativa aplicada en este estudio comprende un diseño descriptivo. Para el desarrollo de este se planteó 3 etapas, iniciando desde el levantamiento de la información en fichas, levantamiento de la información para decidir los componentes de la ruta y finalmente el diseño de la ruta.

Etapa 1

Fichas del Atlas del Patrimonio Alimentario

La información generada por estas fichas es la que se recoge en la investigación de campo, permitiendo que cada producto esté registrado en una sola ficha, misma que tiene toda la información de los productos elaborados descrita en los siguientes ítems (Montalvo, 2019):

Nombre del producto.- Hace referencia a la forma tradicional con la que se denomina al producto elaborado y puede estar expresado en cualquier lengua nativa.

Ancestralidad.- Da a conocer la forma de preparación de los alimentos según la cultura de cada pueblo. Existen 3 opciones de explicarlo:

- **Prehispánicas.-** Tiene que ver con la preparación de alimentos que se realizaba antes de la llegada de los colonizadores europeos al territorio ecuatoriano.
- **Criollos.-** Preparaciones que se dieron del mestizaje gastronómico, a partir de la Colonia hasta el siglo XX, como por ejemplo el loco.
- **Contemporáneos.-** Platos que se elaboran desde el siglo XX hasta la actualidad, como por ejemplo el “pato al lodo”.

Época de consumo.- Según la tradición, estos pueden ser de forma cotidiana o festiva, buscando caracterizar cual es la época específica de consumo, transformándose en elaboraciones más apreciadas.

Lugares de consumo.- Evidencia la disponibilidad del consumo del plato, es decir da una especificación de los lugares en los que es posible encontrarlo.

Imagen del producto.- Permite una rápida identificación del producto del que se está hablando, la imagen debe ser de autoría propia.

Descripción.- Explica las características del plato, dando a conocer cuál es el contexto cultural de su elaboración y la forma de consumir el alimento, ya que estos pueden tener varias formas de consumo, como la machica, que puede ser postre o bebida.

Zonas tradicionales de consumo.- Esta sección permite conocer las parroquias donde el producto puede llegar a tener una procedencia cultural, por razones históricas o patrimoniales.

Ingredientes.- Permite conocer los ingredientes que son utilizados para la elaboración del plato.

Formas de preparación.- Explicación detallada de los principios y técnicas que se deben tomar en cuenta para la elaboración del plato, comprendiendo la importancia de los alimentos patrimoniales.

Propiedades.- En esta casilla se explica las propiedades nutritivas o medicinales que contiene el producto.

Estado de conservación.- Hace referencia al estado de consumo del producto mediante una categorización:

Común.- Quiere decir que el producto es abundante y se encuentra en los lugares tradicionales de consumo.

Raro.- Expresa que el producto es medianamente conocido pero que no se lo puede encontrar con mayor facilidad.

En peligro.- Significa que el producto se encuentra en peligro de desaparecer o que los pobladores lo recuerden, pero se está volviendo escaso.

El objetivo de las fichas es dar a conocer la historia y las razones culturales plasmadas en cada preparación, así como también exponer la identidad del alimento con el que se realiza cada una; explicando las tradiciones ancestrales y las formas o momentos en los que se lo puede consumir, así como también indicar los lugares en donde se los puede encontrar (Montalvo, 2019).

Además, la creación de las fichas permite explicar las formas de preparación y las épocas en las que se pueden consumir los diferentes platos típicos, poniendo en consideración el aprovechamiento de los nutrientes de los alimentos que se utilizan para la creación de los mismos para así poder evitar que la historia y las tradiciones alimenticias que guarda cada una de sus recetas desaparezcan con el pasar de los años (Montalvo, 2019).

Etapa 2

Encuesta

La encuesta aportó con la selección de los platos tradicionales más representativos de la ciudad, la misma que está compuesta por 12 ítems, en los 11 primeros se solicitó a los encuestados calificar del 1 al 5 una lista de platos, mediante escala de Likert; en donde 1 es la opción con menor aceptabilidad y 5 la opción que tiene mayor aceptabilidad; la segunda pregunta se enfocó en la propuesta que se desea implementar para este tipo de

investigación, es decir, la proyección de una ruta alimentaria con los platos mejor puntuados (Montalvo, 2019).

Etapa 3

Estructura de la Ruta

Esta ruta se desarrolla mediante la metodología FAVA – SENA, para de esta manera alcanzar una descripción holística, lo que quiere decir que la investigación será a fondo del lugar en donde se realizará el estudio (Montalvo, 2019). Dicha metodología aporta con una explicación amplia de cada uno de los pasos que se debe seguir para la creación de una ruta, tal y como lo describe la Figura 1:

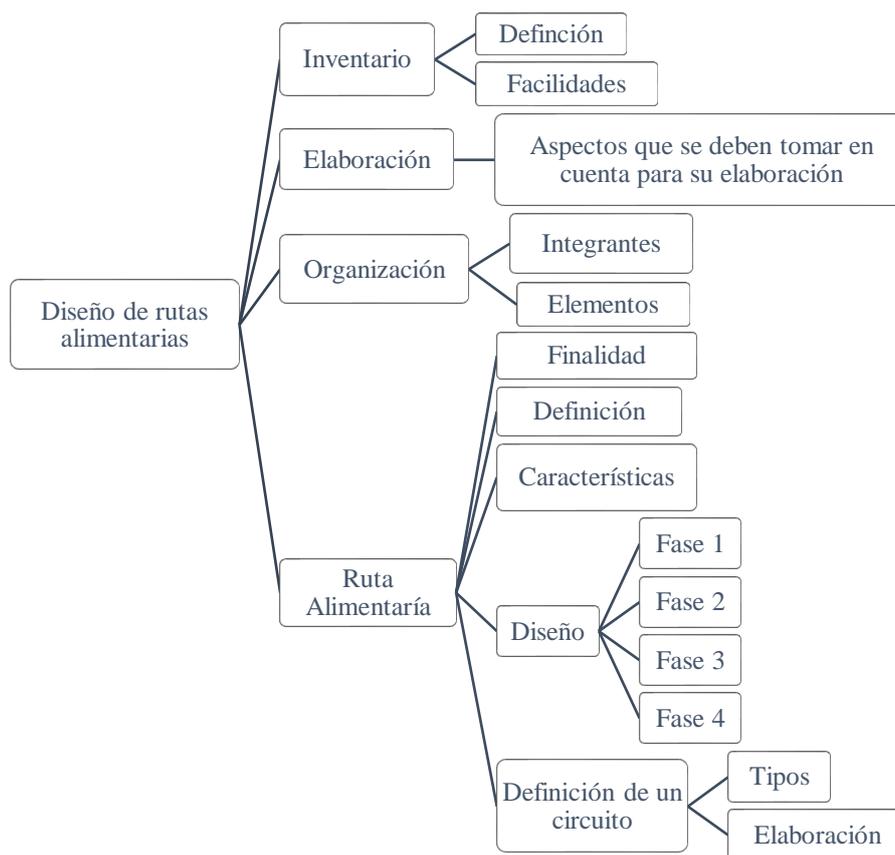


Figura 1. Diseño de las Rutas
Fuente: Montalvo (2019)

Resultados.

Fase 1 Estructura de la Ruta

Literal 1.- Elaborar un inventario de los atractivos alimentarios de la zona. Mediante las fichas realizadas de INPC, se pudo determinar que en la ciudad de Ambato existen varios atractivos alimentarios que llaman la atención a propios y extraños y que a su vez tiene historias y tradiciones que contar. Los atractivos alimentarios son: Pan tapado, Helados de la Catedral, Ponche Suizo, Tortillas de maíz, Helados de Ficoa, Colada

morada, Empanadas de viento, Morocho, Jugos de la Susy, Pan de Pinllo, Chocolate Ambateño (Montalvo, 2019).

Literal 2.- Clasificar la importancia de los atractivos gastronómicos para la conformación de la ruta. Por medio de la encuesta realizada a los habitantes de la ciudad de Ambato, se determinó la frecuencia de consumo en establecimientos de expendio de alimentos, tomando en cuenta las denominadas “Huecas” siendo estos lugares donde se oferta comida patrimonial, denominada así por el tiempo y frecuencia de consumo de estos productos, finalmente se obtiene lo siguiente: Susy Juice (Jugos de la Susy) con un 80%, seguido de los Helados de la Catedral (77%), el Ponche Suizo (76%), el Pan Tapado (75%) y la Colada Morada (71%), los mismos poseen importancia preponderante en el país, posiblemente el pan de Ambato es el producto más conocido a nivel nacional siendo sus características organolépticas principalmente lo que determina la calidad del producto, incluso expandiendo su legado por el país, todo esto convierte a los establecimientos como íconos de la ciudad, los cuales formarán parte de la Ruta Alimentaria (Montalvo, 2019).

Literal 3.- Hacer un diagnóstico de la infraestructura de los lugares que prestan servicios alimentarios de la zona para definir sus fortalezas y debilidades y crear planes de acción a corto y mediano plazo (Montalvo, 2019). Empezando por:

- El Ponche Suizo tiene una infraestructura renovada, los que heredaron esta tradición decidieron darle un toque moderno, pero sin perder la historia y con esta receta la han distribuido como una patente en una sucursal en el Mall de los Andes.
- Los Helados de la Catedral, brindan su servicio en un carro de helados que lleva en la esquina de las calles Montalvo y Bolívar más de 20 años.
- Atocha panadería, delicia a las personas con la colada morada y su infraestructura es moderna pero mantenido ese toque contemporáneo con sus mesas y sillas.
- La delicia panadería, elaboran el famoso pan tapado que tiene más de 49 años en funcionamiento y mantiene una infraestructura antigua, brindando pan hecho en horno de leña.
- Susy Juice comúnmente conocido como los jugos de Doña Susy, está ubicado en el mercado Central, tiene un puesto en el cual la creadora de esta tradición realiza los jugos exhibiendo todos los ingredientes que utiliza para cada preparación que los clientes deseen, el lugar es muy limpio y acogedor ya que Doña Susy como popularmente se le conoce brinda una excelente atención.

Literal 4.- Escoger las o la ruta que estén aptas, atractivos y el perfil del cliente, se ha tomado en consideración el perfil del cliente en este caso la comunidad, fiesta de la fruta sol de noviembre, día de muertos (Montalvo, 2019).

Literal 5.- Seleccionar los puntos:

Salida.- Existen cuatro puntos de entrada para la ciudad de Ambato, pero en este caso tomaremos en cuenta la entrada desde la ciudad de Latacunga ya que la salida de la ruta será desde Atocha – Ficoa en la colada morada que está ubicada en la calle Himno Nacional (Montalvo, 2019).

Parada estratégica será en el centro de la ciudad, es decir en el parque Montalvo ya que este lugar tiene a sus alrededores una gran parte de los sitios turísticos que posee la ciudad, además que, en una de las esquinas, específicamente en las calles Bolívar y Montalvo se encuentran los Helados de la Catedral, el mismo que está incluido en la ruta (Montalvo, 2019).

La llegada será en el mercado central, ya que la ruta autoguiada finaliza en los jugos de la Susy (Montalvo, 2019).

Literal 6.- Analizar posibles rutas alternativas con respecto a los puntos intermedios de la ruta, mediante la encuesta realizada se puede determinar que los alimentos que tienen menos aceptabilidad son las Tortillas de Maíz, Pan de Pinillo, Empanadas de Viento, Chocolate Ambateño y Morocho, por lo cual estos platos estarán incluidos en la segunda opción en la creación de una ruta alternativa (Montalvo, 2019).

Fase 2 Selección de los servicios que a ofrecer en la ruta

La ruta denominada como La Ruta del Ágape esencialmente tiene la finalidad de que se convierta en una comida fraternal, es decir que las personas puedan sentarse y compartir de los sabores y saberes que contienen cada uno de los platos tradicionales de Ambato, dicha ruta es autoguiada y ofrece el servicio de alimentación en las 5 paradas que esta tiene a lo largo de la misma (Montalvo, 2019).

Fase 3 Determinación de los costos y gastos

Costos fijos, el ponche tiene costo fijo a diferencia de la colada morada que en los meses de noviembre el costo varía por la afluencia de turistas, así como también los helados de la catedral (Montalvo, 2019).

Costos variables, como por ejemplo los helados de la Catedral de lunes a sábado tienen un valor establecido ya que ofrecen un solo sabor que es el tradicional de mora y los domingos tiene dos sabores, coco y mora con diferente valor (Montalvo, 2019).

Presupuesto total, la suma de todos los gastos que se dará en La Ruta del Ágape es de 5 dólares americanos y si es la segunda ruta alternativa tiene como costo 3,92 (Montalvo, 2019).

Fase 4 Determinación de los precios y beneficios netos de operación

Cálculo de la tarifa por persona es de 6 dólares americanos, los mismo que se distribuyen de la siguiente manera: 5 dólares es el costo de los alimentos que van a consumir en el transcurso de la ruta y el dólar restante es para la adquisición del folleto en el que indica las ruta a seguir (ver Figura 2).

Determinación del beneficio neto, precios establecidos y el cálculo que ha realizado los sitios establecidos tiene ya un cálculo con ganancia y el producto incluido, pero con la

creación de la ruta podrá aumentar el beneficio no solo para los lugares que están en la ruta sino también para el entorno del mismo (Montalvo, 2019).



Figura 2. Ruta ÁGape
Fuente: Montalvo (2019)

Conclusiones.

- La investigación permite establecer que la ciudad de Ambato no cuenta con rutas alimentarias basadas en su identidad gastronómica, por lo que se ha desarrollado una ruta alimentaria denominada “La Ruta del Ágape”.
- Las rutas alimentarias se constituyen como un instrumento clave para la revalorización de la gastronomía tradicional, la identidad del territorio y también como dinamizador de la economía mediante actividades turísticas en la ciudad.
- La gastronomía es un sello de identidad cultural que se nutre con el constante cambio social (migración, política, economía). Siendo correctamente potencializado, se convierte en un atractivo turístico relevante, para lo cual se han identificado los principales establecimientos que expenden platos tradicionales que representan a la identidad ambateña, siendo estos los preferidos por propios y extraños.
- La denominación “Ágape” trae el imaginario colectivo de una comida fraternal o de compartimiento entre las personas, por lo que la creación de un producto turístico con la denominación “La Ruta del Ágape” es un aporte para la revitalización de las tradiciones ancestrales gastronómicas de la ciudad de Ambato

que permite evitar el desgaste de la cultura que se ha ido generando con el pasar de los años.

- Las rutas alimentarias son una estrategia para promover el turismo mediante la generación de actividades económicas tales como emprendimientos gastronómicos dentro de la población ambateña. Al mismo tiempo se crean fuentes de trabajo que hacen posible la continuidad de las culturas ancestrales en base a la identidad de los alimentos, los cuales permiten conocer la historia y tradición con los que cuenta cada plato y, por consiguiente, el entorno de cada lugar que brinda el servicio de alimentación.
- Las rutas turísticas basadas en la identidad de los alimentos ayudan a difundir el valor agregado de cada uno de los productos utilizados para la elaboración de los platos tradicionales que forman parte de un referente para la ciudad y por consiguiente lograr un mejor posicionamiento del destino turístico.

Agradecimiento

Gracias a la Universidad Técnica de Ambato, al Departamento de Investigación y Desarrollo (DIDE) por apoyar nuestro proyecto de investigación, SFFCHE 02 “Innovación Sostenible de la Cocina Local Ecuatoriana con Enfoque en Antropología Culinaria y el Turismo Gastronómico”.

Referencias bibliográficas.

- Barrera, E. (12 de Enero de 2006). *Rutas Alimentarias. Estrategias culturales de desarrollo territorial*. Obtenido de https://www.agro.uba.ar/users/barrera/publicaciones/rutas_alimentarias_estrategia_cultural_de_desarrollo_rural_2006.pdf
- Barrera, E., & Bringas, O. (Enero de 2008). *Gastronomic Sciences*. Obtenido de <https://www.agro.uba.ar/users/barrera/publicaciones/RUTAS%20ALIMENTARIAS.%20ARQUITECTURA%20TURISTICA.pdf>
- Batat, W., Peter, P., Moscato, E., Castro, I., Chan, S., Chungani, S., & Muldrow, A. (2019). The experiential pleasure of food: A savoring journey to food well-being. *Journal of Business Research*, 392-399.
- Carvajal, G. (03 de Mayo de 2016). *"Ecuador Ancestral" Menu Ecuatoriano*. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5407/1/124101.pdf>
- Castro, J., Vallejo, L., & Estrada, N. (2019). The optimal design of the retaining walls built by the Incas in their agricultural terraces. *Journal of Cultural Heritage*, 232-237. doi:<https://doi.org/10.1016/j.culher.2018.09.013>

- Ceabtree, S., Vaughn, L., & Cabtree, N. (2017). Reconstructing Ancestral Pueblo food webs in the southwestern United States. *Journal of Archaeological Science*, 116-127. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jas.2017.03.005>
- Corigliano, M. A. (2016). Wine Routes and Territorial Events as Enhancers of Tourism Experiences. *Wine and tourism*, 56.
- Guixer, B. (2019). The interphase between science and gastronomy, a case example of gastronomic research based on fermentation – Tempeto and its derivatives. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 15-21. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2018.11.004>
- Hegnes, V. A. (2016). The dimensions of ‘traditional food’ in reflexive modernity: Norway as a case study. *Science of food agriculture*, 210.
- Lee, C., Kim, Y., Kim, Y., & Yun, Y. (2018). Ssam food recipe: A case study on jongka ancestral ritual food. *Journal of Ethnic Foods*, 194-201. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jef.2018.08.004>
- Lee, Y., Pennington-Gray, L., & Kim, J. (2019). Does location matter? Exploring the spatial patterns of food safety in a tourism destination. *Tourism Management*, 18-33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.09.016>
- Medina, X. (2019). Food Culture: Anthropology of Food and Nutrition. *Food Science*, 310.
- MgGookin, D., Tahiroglu, K., Vaittinen, T., Kyto, M., Monastero, B., & Vasquez, J. (2019). Investigating tangential access for location-based digital cultural heritage applications. *International Journal of Human-Computer Studies*, 196-210.
- Montalvo, M. V. (2019). Rutas alimentarias en base a la identidad de los alimentos: caso de estudio Ambato. (*Tesis de pregrado*). Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- Morkunaite, Z., Podvezko, V., & Kutut, V. (2017). Selection Criteria For Evaluating Contractors Of Cultural Heritage Objects. *Procedia Engineering*, 90-97.
- Nudes dos Santos, C. (14 de Marzo de 2007). *Estudios y perspectiva en turismo* . Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/1807/180713889006.pdf>
- Páez, C., Viteri, M., Torres, F., & Porras, M. (2020). M-learning as Support Tool in the Diffusion of the Traditional Food: Case Study Ambato. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1134 AISC, 327-335.
- Pérez, C., Jaramillo, M., López-Guzmán, T., & Reinoso, C. (2017). Local gastronomy, culture and tourism sustainable cities: The behavior of the American tourist. *Sustainable Cities and Society*, 604-612. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.04.021>

- Quinteros, A., Mendoza, D., & Quinteros, A.-d. (2019). The cultural transmission of food habits, identity, and social cohesion: A case study in the rural zone of Cali-Colombia. *Appetite*, 75-83. doi:<https://doi.org/10.1016/j.appet.2019.04.011>
- Shanoer, M., & Abed, F. (2018). Evaluate 3D laser point clouds registration for cultural heritage documentation. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 295-304.
- Soysal, M., Çimen, M., Belbag, S., & Togrul, E. (2019). A review on sustainable inventory routing. *Computers & Industrial Engineering*, 395-411. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.04.026>
- Ting, H., Tan, S., & A, N. (2017). Consumption intention toward ethnic food: determinants of Dayak food choice by Malaysians. *Journal of Ethnic Foods*, 21-27. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jef.2017.02.005>
- Torres, F., Romero, J., & Viteri, M. (2017). Diversidad gastronómica y su aporte a la identidad cultural. *Revista de Comunicación de la SEECI(44)*, 01-13.
- Torres, F., Viteri, M., Infante, R., Donato, S., Tamayo, R., & Núñez, M. (2019). Heritage Cooking as Tourist Motivation: Ambato Case Study. *Cultural Sustainable Tourism, Advances in Science, Technology & Innovation*, 109-114.
- Y. M. Xiang, M. L. (2016). Networking and collaboration between tourism and agriculture: food tourism experiences along the National Tourist Routes of Norway. *Scandinavian Journal of Hospitality and Tourism* , 75.

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Montalvo - Moncayo, M. V., Viteri - Toro, M. F., Torres - Oñate, C. F., & Sánchez - Guerrero, D. O. (2021). Las rutas alimentarias: una estrategia turística basada en la identidad gastronómica ambateña. *ConcienciaDigital*, 4(3), 232-249. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1802>



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

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



La depuración de aguas residuales. Estudios de soluciones para el municipio de Ambato. Ecuador.



The purification of wastewater. Studies of solutions for the municipality of Ambato. Ecuador.

Santiago Andrés Ortiz Montero.¹, Galo Wilfrido Núñez Aldás.², Alex Gustavo López Arboleda.³ & Alex Xavier Frías Torres.⁴

Recibido: 19-05-2021 / Revisado: 30-05-2021 / Aceptado: 23-06-2021/ Publicado: 05-07-2021

Abstract

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1803>

Introduction. The quality of wastewater treatment is essentially important for the protection of the environment and the survival of life on the planet. In the city of Ambato. Ecuador does not have an adequate strategy and technology that meets the parameters established by the regulatory entity for these purposes. **Objective** Provide a proposal for a solution containing the design of a station for the purification and improvement of the quality of wastewater in the city of Ambato. **Methodology.** The methodology was

¹ Master Universitario en Sistemas de Ingeniería Civil, Universidad Técnica de Ambato, C.C 1804662078, Provincia de Tungurahua, correo: sant_ortiz@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1404-6467>

² Magister en Docencia y Currículo para la Educación Superior, Universidad Técnica de Ambato, Facultad ingeniería Civil y Mecánica C.C 1802229227, Provincia de Tungurahua, correo: gw.nunez@uta.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7087-1213>

³ Master en Vías Terrestres Universidad Técnica de Ambato, Facultad Ingeniería Civil y Mecánica C.C 1802919322, Provincia de Tungurahua, correo: ag.lopez@uta.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9914-4925>

⁴ Master en Sistemas de Gestión Ambiental Universidad Técnica de Ambato, Facultad ingeniería Civil y Mecánica C.C 1804159554, Provincia de Tungurahua, correo: ax.frias@uta.edu.ec, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7433-819X>.

descriptive, prospective diagnosis, accompanied by theoretical and empirical methods.

Results. 1. The design of a station for the purification of wastewater in the city of Ambato is provided. Ecuador; Its characteristics allow to guarantee its reliability and usefulness in solving the problem under study. 2. The wastewater treatment processes differ in each case, given their differences in origin-effluents, agricultural drains, municipal or industrial discharge, implying a correct selection of the technology to be used. 3. It should be planned to incorporate sludge treatment into wastewater treatment, making up the comprehensive set of water and sludge treatment. 4. The effectiveness of the Biodisco alternative is evident, constituting the solution with the best performance in terms of technologies and benefits. **Conclusions.** The selection of the technology to be used in wastewater treatment plants must be coupled with environmental, economic and long-term sustainability concepts, as an essential component for compliance with the parameters established by the regulatory entity for the protection of the environment. environment and quality of life on the planet. 2. Among the most effective solutions with the best performance, the Biodiscos solution alternative should be evaluated, due to its high degree of technological effectiveness and its contribution to the practical solution.

Keywords: wastewater, purification, wastewater treatment process.

Resumen

Introducción. La calidad en la depuración de las aguas residuales, es esencialmente importante para la protección del medio ambiente y la supervivencia de la vida en el planeta. En la ciudad de Ambato. Ecuador, no se cuenta con una estrategia y tecnología adecuada que cumpla con los parámetros establecidas por la entidad reguladora para estos fines. **Objetivo.** Aportar una propuesta de solución contentiva del diseño de una estación para la depuración y mejoramiento de la calidad de las aguas residuales en la ciudad de Ambato. **Metodología.** La metodología fue descriptiva, diagnóstica de corte prospectivo, acompañada de métodos teóricos y empíricos. **Resultados.** 1. Se aporta el diseño de una estación para la depuración de las aguas residuales en la ciudad de Ambato. Ecuador; sus características permiten avalar su confiabilidad y utilidad en la solución del problema objeto de estudio. 2. Los procesos de tratamiento de las aguas residuales, difieren en cada caso, dado sus diferencias de origen-efluentes, de drenes agrícolas, descarga municipales o industriales, implicando una correcta selección de la tecnología a emplear. 3. Se debe prever incorporar al tratamiento de aguas residuales, la depuración del lodo, conformando el conjunto integral de tratamiento de agua y lodo. 4. Resulta evidente la efectividad de la alternativa de Biodisco, constituyendo la solución con mejor rendimiento en cuanto a tecnologías y beneficios. **Conclusiones.** La selección de la tecnología a utilizarse en las plantas depuradoras de aguas residuales, debe estar acoplada con las concepciones ambientales, económicas y de sostenibilidad a largo plazo, como componente esencial para el cumplimiento de los parámetros establecidos por la entidad reguladora para la protección del medio ambiente y la calidad vida en el planeta. 2. Dentro de las soluciones más efectivas y con mejor rendimiento se debe evaluar la alternativa de solución de

Biodiscos, debido a su alto grado de efectividad tecnológica y su contribución a la solución práctica.

Palabras claves: aguas residuales, depuración, proceso de tratamientos de aguas residuales.

Introducción

La contaminación del agua plantea amenazas para la salud y la calidad de vida. La falta de agua de buena calidad perjudica tanto al medio ambiente como al medio acuático y por consiguiente la calidad de vida en el planeta. Se coincide con autores precedentes que, si no se logra un adecuado tratamiento de las aguas contaminadas, la descomposición de la materia orgánica y compuestos amoniacales del agua residual, originaría el consumo de oxígeno disuelto en el agua, por lo cual se produciría malos olores, habría un elevado número de patógenos e incluso aumentaría la eutrofización de las aguas causado por los altos contenidos de fosforo y nitrógeno.

Según plantean Raschid & Jayakody (2008), las aguas residuales constituyen una combinación de efluentes domésticos, conformadas por aguas negras- constituidas de excremento, orina y lodos fecales; aguas grises, que incluyen aguas servidas de lavado y baños; agua de locales comerciales e instituciones, incluidos hospitales; efluentes industriales, aguas pluviales y otras escorrentías urbanas; y escorrentías agrícola, hortícola y acuícola.

Las consecuencias al medio ambiente que se genera por la falta de tratamiento de aguas residuales, han sido expuestas por diversos autores; al respecto Vázquez, (2017), explica que la Toxicidad: afecta directamente a la flora y la fauna de los cuerpos de agua que reciben el agua contaminada y a la persona que la manipule, mientras que las Infecciones: se refieren a los diferentes organismos patógenos que son transmitidos mediante el agua, que afectan a los organismos vivientes con los que entran en contacto, a la Contaminación Térmica de las reservas de agua: Los residuos líquidos industriales tienden a aumentar la temperatura de las mismas, Malos Olores: las bacterias y elementos que contienen las aguas residuales producen gases debido a su proceso de descomposición.

Refiriéndonos al Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2017), los países desarrollados tratan en alrededor del 70% las aguas residuales municipales e industriales que generan, los países en vías de desarrollo lo hacen en un 28%, mientras que en los países subdesarrollados solo el 8% reciben algún tratamiento.

En Ecuador, al igual que en otros países de Latinoamérica, los recursos hídricos como ríos, quebradas, mares entre otros reciben todo tipo de aguas residuales. Al respecto el Reporte de Estadística de Información Ambiental Económica de Agua y Alcantarillado, elaborado por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) de Ecuador en el año

2015, reflejó que, en el sector urbano del país, el 38,14% no realizan tratamiento de sus aguas residuales.

Esto ha provocado que actualmente el 70% de los ríos ecuatorianos estén en condiciones críticas de contaminación, especialmente los ríos que están ubicados en las principales ciudades del país. Frente a esto algunas ciudades como Quito y Guayaquil han implementado programas para la descontaminación de ríos.

Sin embargo, en otras ciudades medianas aún no se aplica un mejoramiento oportuno y adecuado para el tratamiento de las aguas residuales como es el caso de la ciudad de Ambato, siendo esta precisamente la ciudad objeto de estudio.

Considerando la situación problemática existente en la ciudad de Ambato. Ecuador; dada precisamente entre otros aspectos por el no cumplimiento del Decreto Ejecutivo 3516 del 2003, Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, conocido como Libro IV (TULAS), en cuanto a los límites establecidos para la depuración de las aguas residuales y la necesidad de buscar soluciones que tributen a mejorar la calidad de estas, el presente artículo centra su objetivo en: Aportar una propuesta de solución contentiva del diseño de una estación para la depuración, tratamiento y mejoramiento de la calidad de las aguas residuales en la ciudad de Ambato. Ecuador. Para ello se parte de datos proporcionados por la entidad encargada de las depuradoras, la Empresa Municipal de Agua Potable (EMAPA), de la ciudad de Ambato. Ecuador.

Un acercamiento a las generalidades del proceso de depuración de las aguas residuales, la selección de la tecnología y su marco legal en el contexto internacional y nacional.

La depuración, tratamiento y mejoramiento de la calidad de las aguas residuales tanto a nivel internacional como nacional ocupa un tema esencialmente importante en la actualidad; máxime si tenemos presente su valor e importancia no solo para la protección del medio ambiente, sino también para la supervivencia de las distintas especies en la tierra, incluyendo la vida humana.

En el caso de Ecuador el tratamiento de las aguas residuales está regulado por el Decreto Ejecutivo 3516 del 2003, Texto Unificado Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro IV (TULAS), con última vigencia y actualización en el 2015. En su Artículo 216: referente al tratamiento de aguas residuales rurales y urbanas, indicando que el mismo tiene como objeto la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, en lo relativo al recurso agua determinando los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado.

De acuerdo con Noyola, Morgan, Guereca (2013), la principal finalidad del tratamiento del agua residual es remover el material contaminante del agua, orgánico e inorgánico, que puede estar conformado en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, de manera se pueda lograr un agua con la calidad requerida por la normativa de descarga vigente o que cumpla con el tipo de reutilización a la que se destinará.

En esta dirección Rodríguez, García, & Pardo (2015), exponen que las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales Municipales (EDAR), son utilizadas en la remoción de contaminantes presentes en el agua residual cruda, y responden a una elevada variabilidad temporal del flujo o caudal de entrada, así como a la variabilidad de las concentraciones o componentes propios de estas aguas residuales. Al respecto, autores como Hong, (2003) & Bdour, (2009), han señalado que para lograrlo se requiere de una interacción en los mecanismos biológicos, físicos y químicos entre los procesos unitarios, los fenómenos hidrodinámicos y la adaptabilidad.

Es debido a lo anterior que, para el dimensionamiento y diseño de las EDAR, Gernaey, (2004), definió elementos básicos para su dimensionamiento y diseño, tales como la caracterización del agua residual cruda, la finalidad del modelo de la planta, el sistema hidráulico, el análisis del modelo en estado estacionario, la calibración del modelo, y otros.

En este sentido, Metcalf & Eddy, (2003); APHA, (2009), Hernández, (1996); Crites, (2000), Villaseñor, (2001) y Hammer, (2012); han indicado que la composición típica de las aguas residuales crudas es una de las variables principales a tener en cuenta para la selección de una EDAR, ya que sean estas concentraciones fuertes, medias, débiles o ligeras, dependerá el grado de tratamiento, la tecnología a utilizar y la eficiencia o rendimiento que se desea para cumplir con las normas aprobadas. No obstante, también hay que considerar los aportes de Schoenberger, (2009), al señalar que la mejor tecnología a utilizarse en plantas depuradoras de aguas residuales, debe estar acoplada con las concepciones ambientales, económicas y de sostenibilidad a largo plazo.

Lo cierto es que, la selección de la tecnología más conveniente para una estación depuradora de aguas residuales municipal, sigue siendo un tema de debate por lo que distintos autores entre los que destaca Chung (2013), han definido que en su selección se hace necesario tener en cuenta varios aspectos de evaluación, tales como: la caracterización del agua residual cruda o influente, la tecnología apropiada al ambiente local, el cumplimiento de la normativa vigente, la evaluación de factores ambientales externos a la planta, la evaluación de la viabilidad económica y la evaluación de factores tecnológicos de operación y mantenimiento.

Por su parte Rodríguez, García, & Pardo (2015), han puntualizado que, de manera concreta, para ubicar una planta de tratamiento debe cumplirse con elementos espaciales para la óptima selección del sitio, debido a la racionalización que ello se deriva, referente a la ubicación de recursos naturales, el empleo de energía y la minimización de los posibles efectos ambientales, como son los olores, ruidos, espumas, en el área de estudio o de intervención.

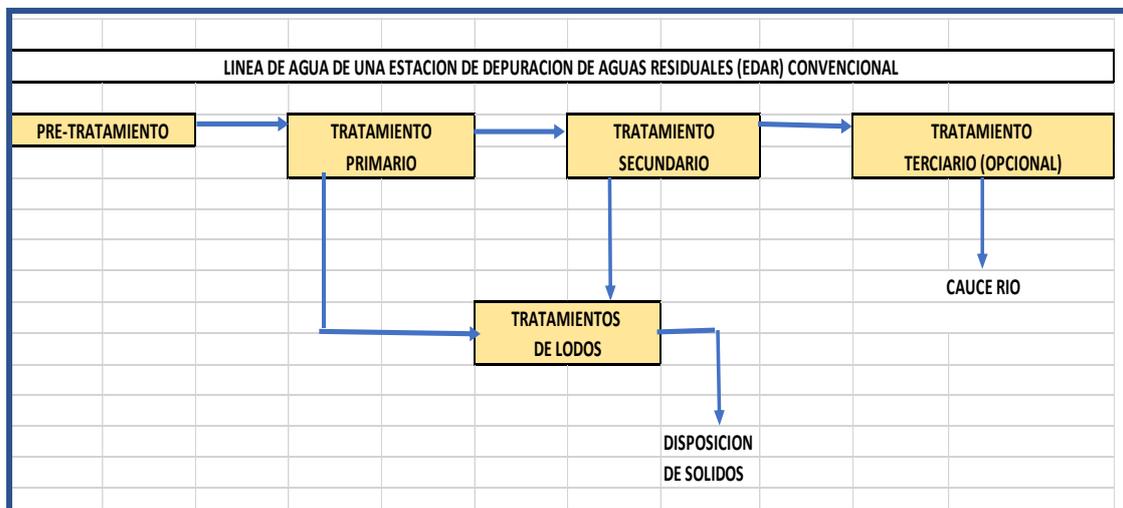
En esta misma dirección Benujah, (2013), explica que las aguas residuales se generan partiendo de actividades de tipo doméstico, industrial, comercial, institucional, agrícola y municipal, por lo que la disposición de estas aguas residuales en cuerpos de aguas receptores implica necesariamente de una ubicación espacial

En correspondencia a ello, Sánchez' (2017), ha remarcado que debe ser considerado que los procesos de tratamiento de aguas residuales difieren en cada caso, dado sus diferencias de origen-efluentes de drenes agrícolas, descarga municipales o industriales, lo que requiere una correcta identificación de las tecnologías más convenientes a utilizar, una vez realizado una cuantiosa cuantificación de los volúmenes de descarga y de las características físicas, químicas y biológicas del agua a tratar.

Noyola, Morgan, Guereca, (2013), han referido que el nivel de tratamiento para las aguas residuales, dependerá de la utilización o disposición final del agua tratada. Estos niveles están concebidos a los siguientes: Tratamiento Preliminar, concernientes a la eliminación de aquellos componentes que puedan provocar problemas operacionales y de mantenimiento en el proceso de tratamiento o en los sistemas auxiliares tratamiento preliminar de un agua residual, al Tratamiento Primario, en la que una porción de sólidos y materia orgánica suspendida es removida del agua residual utilizando la fuerza de gravedad como principio, al Tratamiento Secundario, donde se elimina la materia orgánica biodegradable (principalmente soluble) por medios preferentemente biológicos, donde los contaminantes presentes en el agua residual, son transformados por los microorganismos en materia celular, energía para su metabolismo y en otros compuestos orgánicos e inorgánicos, y finalmente al Tratamiento Terciario, con la finalidad de eliminar compuestos solidos suspendidos, nutrientes y materia orgánica remanente no biodegradable. Este tratamiento se realiza cuando deben ser cumplidas condiciones de descargas estrictas del agua o si el agua tendrá determinada especificidad de uso.

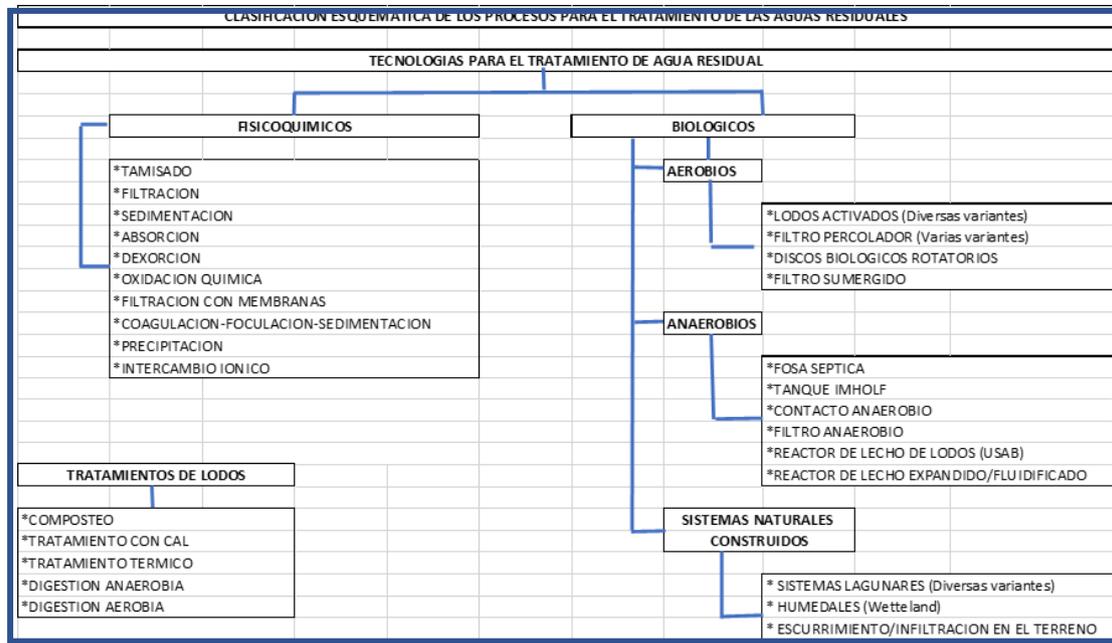
Un aspecto a tener en cuenta es el relacionado con los que se denominan contaminantes orgánicos emergentes (COEs), o nuevos contaminantes, los que, según autores como Rubio, Chica, Peñuela, (2013), incluye sustancias bioacumulables, persistentes y tóxicas; tales como productos de higiene y cuidado personal, productos farmacéuticos, drogas de abuso, surfactantes, aditivos industriales, y una gran variedad de compuestos químicos.

Figura No. 1- Esquema de la línea de agua residual de una Estación de Aguas residuales (EDAR)convencional.



Estos mismos autores afirman que los sistemas de aguas residuales producen lodos, que deben ser tratados para utilizarlos adecuadamente. De igual manera indican en la Figura 2, los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales, así como señalan 5 sistemas de tratamientos de lodos, los que deben ser incorporados a los sistemas de tratamiento de agua residual, conformando el conjunto integral de tratamiento de agua y lodos.

Figura 2- Tecnologías para el tratamiento de agua residual y lodo.



Precisamente en esta misma idea Petrovic et al. (2003), Andreozzi et al. (2003) han señalado que una de las principales fuentes de entrada de estos nuevos contaminantes al medio ambiente, están dados especialmente por las aguas residuales no tratadas y los efluentes que proceden de estaciones depuradoras de aguas residuales, que en la actualidad no han sido diseñadas para tratar este tipo de contaminantes.

En atención a lo expuesto Dougherty et al. (2010), remarca que, como consecuencia de ello una proporción de estos compuestos entran con una gran toxicidad al medio acuático, alterando acuíferos y sistemas fluviales y marinos entre otros. En relación a las aguas residuales, Vilanova, et al, (2017), han afirmado que la caracterización de estas aguas residuales urbanas, se realiza teniendo en cuenta una serie de parámetros que son utilizados para medir el grado de contaminación y a su vez para realizar el diseño de las estaciones depuradoras de aguas residuales, dado que, en función del grado de contaminación existente en una zona urbana específica, requerirán diferentes niveles de tratamiento.

Estos autores aseveran que los parámetros frecuentes para medir el grado de contaminación de las aguas residuales son: la Materia Orgánica (MO), que expresa los compuestos orgánicos del carbono, representando la capacidad de absorción del oxígeno disuelto que contienen las aguas naturales, los Solidos en Suspensión (SS), que cuantifica el impacto se los sólidos en el cauce receptor, cuya acumulación origina la turbidez y la formación de fangos y el Nitrógeno (N/ mgN/l) Total y Fosforo (P/mgP/l), que ofrecen

una medida de nutrientes encargados de la eutrofización, o sea que promueven el crecimiento excesivo de algas y otras plantas. El Nitrógeno expresa el contenido de Nitrógeno Total Kjeldahl (KTN).

De igual manera alegan que para la medición de aguas residuales de una población se usa el concepto de habitante-equivalente (h-e), que constituye una unidad de medición de la contaminación en las aguas residuales urbanas.

En función de esto expresan los límites de contaminación establecidos en España, para el afluente de una estación depuradora de aguas residuales, que se recogen en la siguiente tabla:

Tabla No. 1-Limites de vertido en aguas residuales urbanas

Parámetro	Limite en efluente
Sólidos en suspensión (mg/l)	35
DBO5 (mgO ₂ /l)	25
DQO (mgO ₂ /l)	125
Nitrógeno (mgN/l)	15 (10 K a 100 K h-e) 10 (\geq 100K h-e)
Fosforo (mgP/l)	2 (10 K a 100 K h-e) 1 (\geq 100K h-e)

Fuente: Norma Española del Medio Ambiente.

En Ecuador, conforme al Registro Oficial Edición Especial 387 de 04-nov.-2015-Reforma Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, decreto ejecutivo 3516. Anexo 1: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua, se recoge en la página 21, artículo 5.2.4.7, la Tabla 9- Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, los siguientes parámetros, que corresponden a valores medios diarios:

Tabla No. 2- Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce en Ecuador.

Parámetro	Limite en efluente
Sólidos en suspensión (mg/l)	130
DBO5 (mgO ₂ /l)	100
DQO (mgO ₂ /l)	200
Nitrógeno Total Kjeldahl (mg/l)	50
Fosforo Total (mg/l)	10

Fuente: Norma de calidad ambiental y de efluentes de descarga a un cuerpo de agua dulce. Ecuador.

En el documento se enuncia además que, para determinar los valores y concentraciones de los parámetros determinados en esta Norma oficial ecuatoriana, se deberá aplicar los

métodos establecidos en el manual “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, así como también deberán considerarse las siguientes Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN): Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2169:98. Agua: Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras y Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98. Agua: Calidad

En este contexto, Montes (2015), señaló que la valoración de las características de un agua residual puede realizarse de diferentes maneras, en función de un propósito

específico, no obstante es importante remarcar que toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado que asegure la representatividad de la muestra así como la realización de un análisis de laboratorio de conformidad con las normas aprobadas, que asegure la precisión y la exactitud de los resultados.

Por su parte se comparte con Rico, Arahetes, Morote (2016), quienes subrayaron las grandes ventajas que reporta la reutilización de las aguas residuales depuradas urbanas, las cuales además del beneficio ambiental que representa, han señalado que la reutilización de aguas residuales constituye una fuente alternativa de extraordinario interés para paliar la escasez natural de agua, los efectos de intensas sequías, y las posibles consecuencias que tendría el cambio climático.

Igualmente, el uso de aguas regeneradas contribuye ya a satisfacer consumos agrícolas, urbanos y turísticos, reduciendo así el consumo de agua potable durante situaciones de sequía. Es por ello que la reutilización de aguas residuales constituye un recurso alternativo de vital importancia en la actualidad; aunque podría incrementarse todavía más su nivel de aprovechamiento atendiendo la demanda de determinados usos, que actualmente consumen agua potable.

Guardino, González (2012), señalan que en evaluaciones realizadas se ha constatado que los proyectos de depuración de aguas residuales han presentado una serie de deficiencias en lo relativo a la inclusión de criterios de sostenibilidad en los mismos, indicando que los proyectos de depuración no están relacionados con el ciclo urbano del agua y tampoco con otros ciclos como el de los residuos, cuando una EDAR es una importante productora de los mismos.

Los mismos autores han indicado que en el futuro debería contemplarse la EDAR de manera integral, precisándose que el proyecto debe estar englobado en una Evaluación Ambiental Estratégica y dentro de un ciclo del agua abierto al resto de ciclos de materia y energía. Además, enfatizan en que los proyectos deberían incluir un estudio previo de alternativas de tecnologías a utilizar, dado que estos estudios, en la práctica, no se realizan. De igual manera, compartimos que dado la elevada incidencia que tiene la energía en la instalación de las estaciones de depuración de aguas residuales, se hace muy necesario incluir la optimización energética de las mismas en el proyecto.

Alternativas para mejorar el tratamiento de aguas residuales: Una experiencia en Ambato.

El proyecto aborda las posibles alternativas para mejorar el tratamiento de la calidad de aguas residuales debido a que las depuradoras actuales ubicadas en el municipio de Ambato, no cumplen con los límites permisibles establecidas por el TULAS.

Se parte de datos proporcionados por la entidad encargada de las depuradoras, la Empresa Municipal de Agua Potable (EMAPA). Las características del agua son datos tomados de tres depuradoras en funcionamiento, las cuales van a ser remplazadas con una de las dos alternativas planteadas en este proyecto.

- Diagnóstico del área de estudio
- Ubicación del área de estudio

Las plantas de tratamiento de aguas residuales a rediseñar están localizadas a 2580 msnm, en el sector de Techo Propio, las cuales están encargadas por la Municipalidad de Ambato, Ecuador.

- Situación actual de las EDAR.

La EDAR de Techo P1 y Techo P3 están localizadas a 2517 y 2587 msnm, las cuales constan como línea de agua de pretratamiento (aliviadero, cribador por rejillas, desarenador, trampas de grasas), que pasa al tratamiento primario que es por medio de una fosa séptica, de ahí continúa al tratamiento secundario anaerobio y finaliza con un tratamiento terciario que es por desinfección con cloro. La línea de fangos es por medio de eras de secado.

La EDAR de Techo P2 está localizada a 2550 msnm, la cual constan como línea de agua de pretratamiento (aliviadero, cribador por rejillas, desarenador, trampas de grasas), que pasa al tratamiento primario que es un proceso físico – químico de ahí continúa al tratamiento secundario que es a través del reactor UASB y finalizando con un tratamiento terciario que es por desinfección con cloro. La línea de fangos es por medio de eras de secado.

- Problema existente

El problema que existe en la ciudad de Ambato se concreta en que las plantas existentes, no cumplen con los límites permisibles de vertido al río, violándose los parámetros establecidos por la entidad reguladora. Por lo que se requiere buscar alternativas de solución

- Tamaño de la población

El sector de Techo Propio cuenta con una población de 13540 habitantes, de los cuales 7217 son mujeres (53.3%) y 6323 son hombres (46,7%); según datos obtenidos en el censo realizado en los talleres de diagnóstico en cada una de las comunidades de la parroquia y el censo realizado por el INEC en el año 2010.

- Climatología

El clima de Ambato se clasifica como cálido y templado. Es una gran cantidad de lluvia en Ambato, incluso en el mes más seco. El clima aquí se clasifica como Marítimo de costa occidental (Cfb) por el sistema Köppen-Geiger. La temperatura promedio en Ambato es 14.6 ° C. La precipitación es de 504 mm al año

- Tipo de Suelo

El sector de Techo Propio posee una topografía irregular, ligeramente inclinada hacia el Río Ambato, conformado por suelos pocos profundos erosionados y sobre una capa dura cementada a menos de 0,5 m de profundidad. En su mayoría estos suelos son fértiles, de textura franco a franco-arenoso, con buena retención de humedad.

- Datos de Partida

Se procede, teniendo en cuenta que previo al diseño de una estación depuradora de aguas residuales deben ser definidas las características que tiene el agua bruta de entrada, tanto sus niveles de contaminación, así como establecer los objetivos finales, tanto para la línea de agua como para la de fango.

- Caudales de Partida
- Caudal Medio

Partiendo del tamaño de la población estudiada y teniendo en cuenta las tres PTAR actuales se pudo establecer un caudal medio de entrada.

Tabla No 3- Caudal medio total de las 3 EDAR existentes.

Caudal medio Total	
CAUDALES	
PTAR	Q medio
Techo P1	27,18 m3/h
Techo P2	30,82 m3/h
Techo P3	21,28 m3/h

- Caudal Punta

Fue necesario estimar la caudal punta para poder sobredimensionar la planta depuradora en caso de producirse picos en la entrada del caudal, asegurándose a futuro el correcto funcionamiento de dicha planta. Las previsiones se realizaron de forma que no se produzcan bypass de las aguas residuales en la red de alcantarillado ni en el interior de la planta de tratamiento, por este motivo se proyectan pozos aliviaderos. Para el respectivo cálculo y conforme a García, Betancourt y Salas (2016), se usó la Formula 1 tomándose la suma de los tres caudales medios de las tres depuradoras a estudiar.

$$\text{Fórmula 1: } Qp = Qm * (1,5 + 2,5 \sqrt{Qm})$$

- Caudal Máximo

El caudal máximo, se pudo determinar a partir de una serie de fórmulas matemáticas de tipo empírico, y de acuerdo a García, Betancourt y Salas (2016), aplicándose la Formula 2.

$$\text{Fórmula No. 2: } Qmáx = Qm * (1,15 + 2,575 (Qm)^{0,25})$$

Tabla No 4- Caudal máximo y de punta de las EDAR.

CAUDALES		
PTAR		
Q punta	141,16	m3/h
Q máx.	159,57	m3/h

- Niveles de contaminación de partida.

En relación a la carga contaminante del agua, se tomaron los datos proporcionados por la Municipalidad de Ambato, encargada de las EDAR, información que se recoge en la Tabla No 5.

Tabla No 5- Concentración de partidas (Datos de entrada a la EDAR).

Concentración de partidas (Datos de entrada a la EDAR)			
CARGAS	TP1	TP2	TP3
	mg/l	mg/l	mg/l
DBO5	388,67	682,67	382
DQO	529	1327,33	788
Solidos suspendidos	218,33	331,67	371,67
Nitrógeno	36,8	70,00	55,20
Fosforo	4,92	5,34	3,82
Q total m3/d	652,32	739,58	510,62

Para el cálculo de los kilos/día de las concentraciones se procedió a multiplicar el caudal por la carga, conforme a la Formula Nro 3.

Fórmula No 3: $Carga\ Kg/d = Q_{Total}\ m3\ d * concentración\ de\ entrada\ mg/l$

Tabla No 6- Cargas en Kg/d en las EDAR existentes.

Cargas en Kg/d en las EDAR			
CARGAS	TP1	TP2	TP3
	mg/l	mg/l	mg/l
DBO5	253,54	504,89	195,06
DQO	345,08	981,67	402,37
Solidos suspendidos	142,42	245,3	189,78
Nitrógeno	24,01	51,77	28,19
Fosforo	3,21	3,95	1,95

Para el cálculo de las concentraciones totales se procede a la sumatoria de las cargas de las tres depuradoras dividido entre el caudal total, conforme a la Formula No 4.

Fórmula No 4: $Concentración\ total\ mg\ l = \sum Cargas\ Kg\ d / \sum Q_{Total}\ m3\ d$

Tabla No 7- Concentración Total de los parámetros de carga contaminante

Concentración Total	
Cargas	Concentración mg/l
DBO5	501
DQO	909
Solidos suspendidos	304
Nitrógeno	55
Fosforo	5

- Características del agua depurada

Anteriormente al diseño de la estación, fue necesario establecer los niveles máximos de DBO5, DQO, SST, Nitrógeno y Fosforo del agua depurada. Para fijar estos niveles de contaminación máximos del agua depurada se puntualizaron los parámetros establecidos según la Norma de calidad Ambiental y de descarga de efluentes del Ecuador.

Fue necesario realizar una decantación primaria dado a que utilizando solo un tratamiento físico-químico no cumplía con la salida exigida. Obteniendo finalmente el siguiente rendimiento, que aparece en la Tabla No. 6.

Tabla No 8- Parámetros de contaminación permisible del agua depurada sin decantador primario.

Parámetros de contaminación permisible del agua depurada sin decantador primario			
CARGAS	Concentración	Limite máximo permisible	Rendimiento necesario biológico
	mg/l	mg/l	mg/l
DBO5	501	100	80%
DQO	909	200	78%
Solidos suspendidos	304	130	57%
Nitrógeno	55	50,00	9%
Fosforo	5	10	0%

Lo anterior planteó considerar la realización de un decantador primario seguido de un decantador secundario, de manera que se pudiera cumplir con la exigencia de salida del agua depurada al cauce del río, obteniéndose el siguiente rendimiento, que se refleja en la Tabla No 9.

Tabla No 9- Parámetros de contaminación del agua depurada sin decantador primario.

Parámetros de contaminación permisible del agua depurada sin decantador primario					
CARGAS	Concentración	Rend. Decantador Primario	Salida Decantador Primario	Limite máximo permisible	Rendimiento necesario biológico
	mg/l	%	mg/l	mg/l	mg/l
DBO5	501	30%	351	100	72%
DQO	909	30%	636	200	69%
Solidos suspendidos	304	60%	122	130	0%
Nitrógeno	55	10%	50	50,00	0%
Fosforo	5	10%	5	10	0%

- Posibles alternativas para la depuración de las aguas residuales.

Una vez establecidos los datos de partida y los objetivos de depuración, se procedió al planteamiento de diferentes procesos para el tratamiento de aguas residuales. Las alternativas propuestas fueron diferentes por su tratamiento secundario, por lo que la mayor parte del proceso, tanto en la línea de agua como en la línea de fango, fueron comunes.

Las alternativas para el tratamiento secundario fueron las siguientes:

- Diseño de Biodiscos
- Diseño de Lechos Bacterianos
- Diseño de un reactor UASB
- Fangos Activos
- Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Las dos últimas alternativas no fueron diseñadas debido a que los Fangos Activos nos dieron mejores resultados a las sugeridas por los límites permisibles, con un consumo de energía más elevado y una mayor utilización de recursos, pudiéndose alcanzar los límites permisibles necesarios con otras alternativas más convenientes. De igual manera con los filtros anaerobios de flujos ascendentes, existió mucho estancamiento de grasas, aceites y residuos sólidos que se acumularon en el lecho de piedra obstruyendo el filtro, además no se cumplía con los rendimientos necesarios.

Seguidamente se detallaron las características y el funcionamiento de las alternativas, finalizando todas mediante el tratamiento biológico con una decantación secundaria.

Primero se definieron las etapas comunes a todas las alternativas, distinguiendo la línea de agua y la de fango. De igual manera se realizó el cálculo hidráulico.

Los cálculos hidráulicos realizados fueron para determinar la cota de la línea piezométrica a lo largo de toda la planta depuradora. En este caso el cálculo se realizó en el punto de aguas arriba y se continuó aguas abajo, debido a que el río se encuentra en una cota muy baja a la del terreno.

Todos los cálculos fueron basaron en el análisis del comportamiento hidráulico de los distintos elementos que componen los procesos mencionados de la planta depuradora, relacionándose entre ellos mediante las distintas láminas de agua a la entrada y salida de los mismos.

Todas las cotas de este proyecto fueron expresadas en metros sobre el nivel del mar. Los cálculos estuvieron basados en los criterios geotécnicos, topográficos e hidrogeológicos básicos, conformándose los siguientes:

- Cota de vertido
- Cota de entrada al colector
- Caudal máximo en pretratamiento
- Caudal máximo después del pretratamiento
- Caudal de recirculación externa de fangos.

Los datos de niveles en cada punto permitieron definir la ubicación en alzado de cada elemento del tratamiento, así como la definición de los resguardos necesarios para evitar el desbordamiento en el caso que existiera una punta de caudal no prevista.

- Presupuesto de las diferentes alternativas de las Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDAR).

Una vez realizados los cálculos técnicos económicos de las alternativas de EDAR evaluadas, se realizó el análisis de presupuesto correspondiente de cada una, lo cual a manera de resumen se recoge en la Tabla No 8.

Tabla No. 10- Presupuesto de las diferentes alternativas de EDAR evaluadas.

Alternativa evaluada	Precio Final
EDAR con Biodiscos	\$1.305.861,96
EDAR con Lechos Bacterianos	\$666.797,31
EDAR con UASB	\$597.845,41

Metodología.

La investigación desarrollada siguió una metodología descriptiva, de corte prospectivo, dado que la información se fue registrando y evaluando conforme ocurrió el estudio metodológico para la selección de la tecnología más adecuada a emplear en la EDAR.

Para ello se contemplaron varias etapas, iniciándose por el diagnóstico de la situación objeto de estudio, que incluyó los datos de partida. Seguidamente se determinaron las alternativas posibles para la depuración de las aguas residuales, una vez precisado el Tratamiento Primario se definieron las alternativas posibles para el Tratamiento Secundario, estableciéndose las siguientes alternativas:

- Diseño de Biodiscos
- Diseño de Lechos Bacterianos
- Diseño de un Reactor UASB
- Fangos Activos
- Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente

Posteriormente siguiendo las fases de investigación se determinan las tres posibles alternativas, concretándose en el Diseño de Biodiscos, Diseño de Lechos Bacterianos

y en el Diseño de un Reactor UASB

Ello permitió la anticipación a situaciones futuras importantes en la toma de decisiones, en las condiciones de horizonte del proyecto, en la obtención de la calidad del agua residual cruda y tratada, así como en el cumplimiento de las normas ambientales aprobadas vigentes, referente a las descargas de aguas residuales tratadas.

Se utilizaron además métodos teóricos, como el analítico-sintético, inductivo –deductivo y la revisión documental. Dentro de los métodos empíricos empleados se encuentra la

observación, los cuales favorecieron la obtención de resultados relacionados con la integración de los elementos de investigación necesarios para la elaboración de la metodología de selección de la tecnología adecuada para la implementación de una estación de tratamiento de aguas residuales, que dé solución al problema existente.

Resultados

Como parte del proceso investigativo desarrollado se llegan a establecer los siguientes resultados:

1. Se logra aportar el diseño de una estación para la depuración, tratamiento y mejoramiento de la calidad de las aguas residuales en la ciudad de Ambato. Ecuador; la misma está precedida por un estudio basado en la revisión científica documental y en la aplicación de experiencias previas que permiten avalar su confiabilidad y utilidad en la solución del problema objeto de estudio.
2. Queda demostrado en las diferentes literaturas consultadas que los procesos de tratamiento de estos tipos de agua, difieren en cada caso, dado sus diferencias de origen-efluentes de drenes agrícolas, descarga municipales o industriales, lo que requiere una correcta identificación de las tecnologías más convenientes a utilizar.
3. Los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales existentes, producen lodos en su funcionamiento, por lo que los sistemas de tratamientos de lodos, también deben ser incorporados a los sistemas de tratamiento de agua residual, conformando el conjunto integral de tratamiento de agua y lodos.
4. Se evidencia que una de las mejores alternativas de solución y con mejor rendimiento en cuanto a tecnología y beneficios, está relacionado con el proyecto de Biodiscos, debido a que su sencillez implica que las tareas de conservación de la Planta sean muy reducidas, así como el Personal Operario requerido, la misma presentan una buena resistencia a las sobrecargas de materia orgánica, así como a las sobrecargas de materiales o sustancias tóxicas, además la contaminación sonora es prácticamente inexistente teniendo como ventaja que como la construcción de este tipo de plantas es modular, tiene una gran facilidad para ampliar las instalaciones y así tener una mayor eficiencia.
5. Los autores precedentes, han señalado que la composición típica de las aguas residuales crudas municipales, constituye una de las variables a tener en cuenta para seleccionar una EDAR, por lo que incidirá en el grado de tratamiento, la tecnología a utilizar y la eficiencia o rendimiento esperado para cumplir con las normas aprobada de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua en Ecuador, teniendo en cuenta los parámetros permisibles del agua residual, (DBO5, DQO, Solidos suspendidos, Nitrógeno y Fosforo).
6. De igual manera, la generalidad de los autores coincide en los indicadores por tecnologías de tratamiento de las aguas residuales a tener en cuenta, tales como los indicadores de consumo de energía eléctrica, el costo de inversión, de operación y de mantenimiento, el área posible construida, la producción de lodos y la producción de biogas, por lo que estos indicadores han sido utilizados como

parámetros de entrada, en la metodología de selección de tecnologías para las EDAR.

7. Las EDAR deben ubicarse en áreas alejadas de ecosistemas críticos y zonas recreativas, en un área segura, sin riesgo de deslizamiento, geológicamente inestables y sin riesgo de inundaciones, en áreas en el que los vientos regularmente no se desplacen hacia las poblaciones beneficiadas, así como que la descarga de las aguas residuales tratadas se realice a un efluente de flujo permanente o por infiltración al terreno.
8. La selección de una EDAR se basa en la consideración principalmente de tres atributos, que forman parte de los elementos propios de la idea y del perfil del proyecto de una EDAR, así como el aspecto operacional y de mantenimiento, los que se definen como, el atributo técnico, el económico y el ambiental.
9. La evaluación de las EDAR, no solo está limitada a la evaluación de aspectos cualitativos y cuantificativos, sino que está relacionada con el factor espacial, dado que involucra a las poblaciones aledañas, las áreas de vertimiento a los cuerpos de receptores de agua, así como el impacto ambiental que puede crear la mala disposición de los residuos.

Conclusiones

A modo de conclusión se considera importante resaltar que:

- La selección de la tecnología a utilizarse en las plantas depuradoras de aguas residuales, debe estar acoplada con las concepciones ambientales, económicas y de sostenibilidad a largo plazo, como componente esencial para el cumplimiento de los parámetros establecidos por la entidad reguladora para la protección del medio ambiente y la calidad vida en el planeta.
- Por otra parte, cabe destacar que dentro de las soluciones más efectivas y con mejor rendimiento se debe evaluar el proyecto de Biodiscos debido a su alto grado de efectividad tecnológica y su contribución a la solución práctica. Una de las grandes ventajas, es que, como la construcción de este tipo de plantas es modular, tiene una gran facilidad para ampliar las instalaciones y así tener una mayor eficiencia
- La selección de las tecnologías de depuración de aguas residuales apropiada para la ciudad de Ambato ha sido escogida en función de características propias de la zona, características del agua residual y del suelo, resultando así las tres alternativas propuestas en el proyecto.

Referencias Bibliográficas

Andreozzi, R., Raffele, M., Nicklas, P., Pharmaceuticals in STP effluents and solar photodegradation in aquatic environment. *Chemosphere*, n. 50, p. 1319–1330, 2003. [http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535\(02\)00769-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0045-6535(02)00769-5).

APHA., (2009). *Handbook of Water and Wastewater Treatment Plant Operations*, Second Edition. USA: American Public Health Association.

- Benujah, B., (2013). Site Suitability Evaluation For Sewage Treatment Plant In Nagercoil Municipality, Tamil Nadu Using Remote Sensing Techniques.
- Bdour, A., (2009). Perspectives on sustainable wastewater treatment technologies and reuse options in the urban areas of the Mediterranean region. *Desalination*, 162–174.
- Crites, R., (2000). Small and decentralized wastewater management systems. New York: Mc Graw Hill.
- Chung, J., (2013). Assessment and selection of best available technology (BAT) for wastewater facilities in the leather tanning and finishing industry. *Resources, Conservation and Recycling*, 32–37.
- Decreto Ejecutivo 3516 Registro Oficial Suplemento 2 de 31-mar.-2003 Ultima modificación: 23-mar.-2015. Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI- Artículo 216. Página 80-Tratamiento de aguas residuales urbanas y rurales.
- Gernaey, KV., (2004). Activated sludge wastewater treatment plant modelling and simulation: state of the art. *Environmental Modelling & Software*, 763–783.
- Guardino, R., González M (2012)- La sostenibilidad de los proyectos. Caso de Estudio: Depuración de aguas residuales. Departament de Projectes d'Enginyeria (fins octubre 2015) - Ponències/Comunicacions de congressos [197]. **URI** <http://hdl.handle.net/2117/16985>.
- Hammer, MJ., (2012). Water and wastewater technology. USA: Prentice Hall.
- Hernández, A., (1996). Depuración de aguas residuales. Madrid España: Servicio de publicaciones de escuela de ingenieros de caminos, canales y puerto.
- Hong, YS., (2003). Evolutionary self-organising modelling of a municipal wastewater treatment plant. *Water Research*, 1199–1212
- INEC (2015)- Estadística de Información ambiental económica en Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales, Agua y Alcantarillado.
- Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. AGUAS RESIDUALES EL RECURSO DESAPROVECHADO. Publicado en 2017 por la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 7, place de Fontenoy, 75352 París 07 SP, Francia. ISBN 978-92-3-300058-2.
- Lanka: International Water Management Institute. 35p. (IWMI Research Report 127). ISSN 1026-0862 ISBN 978-92-9090-698-8.
- Metcalf, & Eddy., (2003). Wastewater engineering: treatment, disposal and reuse. 4 edition. New york: Mc Graw Hill.
- Montes, I., (2015)- Optimización de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales en una Rectificadora de Tanques. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana. Ecuador.

- Noyola, A., Morgan, J., Guereca, L., (2013)- Selección de Tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales-Guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas. Universidad Nacional Autónoma de México. Primera edición: 2013. ISBN: 978-607-02-4822-1.
- Ortega, E., Salas, J., Ferrer, Y., Sobrados, L., (2008)- La depuración de las aguas residuales en pequeñas poblaciones españolas- Centro de las nuevas tecnologías del agua. Sevilla. España. - academia.edu. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/45764971>.
- Petrovic, M., Díaz, A., Ventura, F., Barceló, D., Occurrence and removal of estrogenic short-chain ethoxy nonylphenolic compound and their halogenated derivatives during drinking water production. Environmental Science & Technology, v. 27, p. 4442-4448, 2003. <http://dx.doi.org/10.1021/es034139>
- Raschid-Sally, L., Jayakody, P. 2008. Drivers and characteristics of wastewater agriculture in developing countries: Results from a global assessment. Colombo, Sri
- Rico, A., Arahuetes, H., Morote, A., (2016)- Depuración y Reutilización de aguas residuales regeneradas en las regiones de Murcia y Valencia. Universidad de Alicante. Servicio de Publicaciones. ISBN: 978-84-16724-03-1. DOI 10.14198-Libro Homenaje Alfredo Morales 2016-52. URI <http://dx.doi.org/10.14198/LibroHomenajeAlfredoMorales2016-52> | <http://hdl.handle.net/10045/58800>.
- Registro Oficial Edición Especial 387 de 04-nov.-2015- REFORMA TEXTO UNIFICADO LEGISLACION SECUNDARIA, MEDIO AMBIENTE, LIBRO VI, Decreto Ejecutivo 3516. Anexo 1: norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.
- Rodríguez, JP., García, C A., & Pardo Pinzón, J. (2015). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. Revista Tecnura. Vol 19 Nro 46, pp 149-164. doi:10.14483/udistrital.jour.tecnura.2015.4.a12.
- Rubio, A., Chica, E., Peñuela, G., (2013)- Procesos de tratamiento de aguas residuales para la eliminación de contaminantes orgánicos emergentes. - Rev. Ambient. Água vol. 8 n. 3 Taubaté - Sep. / Dec. 2013. doi: 10.4136/ambi-agua.1176. Revista Ambiente & Agua- An interdisciplinary Journal of Applied Science. ISSN 1980-993X – doi:10.4136/1980-993X.
- Sánchez, J., (2017)- Saneamiento descentralizado y reutilización sustentable de las aguas residuales municipales en México. Soc. ambient. no.14 Lerma Campeche jul. 2017. *versión On-line* ISSN 2007-6576.
- Schoenberger, H., (2009). Integrated pollution prevention and control in large industrial installations on the basis of best available techniques – The Sevilla Process. Journal of Cleaner Production, 1526–1529.
- Telecomunicaciones y de Ingeniería de Sistemas, Escuela de Ingeniería, Universidad Autónoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Barcelona, Spain. Revista

Iberoamericana de Automática e Informática industrial 14 (2017) 217–233.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.riai.2017.05.004>. <https://doi.org/10.4995/riai>.

Vázquez, M., (2017), Contaminación del agua: causas, consecuencias y soluciones:
<https://agua.org.mx/contaminacion-del-agua-causas-consecuencias-soluciones/>.

Vilanova, R., Sant, I., Pedret, C., (2017)- Control y Operación de Estaciones
Depuradoras de Aguas Residuales: Modelado y Simulación. Departamento de

Villaseñor, J. (2001). Eliminación biológica de fósforo en aguas residuales. Castilla:
Universidad de Castilla

PARA CITAR EL ARTÍCULO INDEXADO.

Ortiz Montero, S. A., Núñez Aldás, G. W., López Arboleda, A. G., & Frías Torres, A. X. (2021). La depuración de aguas residuales. Estudios de soluciones para el municipio de Ambato. Ecuador. ConcienciaDigital, 4(3), 250-270.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i3.1803>



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

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

