

REVISTA

TE INNOVA

8^{va} EDICIÓN

**ECONOMÍA CIRCULAR
EN LA INDUSTRIA 4.0**

ISSN: 2500 - 7211



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

Editorial

MSc.Ing . Juan Carlos García Buitrago

Dinamizador Sistema de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sennova - SENA

Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI

jcgarcia@sena.edu.co

Gestión Editorial

MSc.Ing. Martha Elizabeth Cortés Rico

SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI

mcortesr@sena.edu.co

Ivan Santacruz

SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI

imsantacruz@sena.edu.co

Brandon Reyes Ríos

SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI

breyesr@sena.edu.co

Octava Edición: 2024

HECHO EL DEPÓSITO DE LEY

Depósito Legal

ISSN 2500-7211

Esta obra está licenciada bajo CC BY-NC-SA 4.0.

Para ver una copia de esta licencia, visite <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>



Editorial	5
Diseño y construcción de un banco didáctico para prácticas de alineación, balanceo de ejes de máquinas rotativas. Design and construction of a teaching bench for alignment practices, axle balancing rotating machines.	6
Comunidades energéticas, estrategia para la transición energética en Colombia. Energy Communities, Strategy for the Energy Transition in Colombia.	12
Valoración económica de los servicios ecosistémicos producto de compensaciones ambientales voluntarias por empresas del departamento del Quindío, Colombia. Economic valuation of ecosystem services resulting from voluntary environmental compensation by companies of the department of Quindío, Colombia.	26
Sistema de monitoreo de variables esenciales en una colmena de Abejas Melíferas. Monitoring System for essential variables in a Honey Bee hive.	43
Análisis de abonos orgánicos y químicos. Analysis of organic and chemical fertilizers.	51
La economía circular como eje del proceso productivo de tres empresas de café en el Quindío. The circular economy as the axis of the process productive of three companies coffee in Quindío.	60
Producción de bloques de tierra comprimida BTC como alternativa en la construcción de vivienda rural sustentable en el municipio de Dosquebradas, Risaralda. Production of earth blocks compressed (BTC) as an alternative in the construction of sustainable rural housing in the municipality of Dosquebradas, Risaralda.	68
Fortalecimiento del aprendizaje significativo en ciberseguridad a través del simulador Hackend en el centro Biotecnológico del Caribe. Strengthening meaningful learning in cybersecurity through the Hackend simulator at the Centro Biotecnológico del Caribe.	74
Implementación de estrategias de corte efectivo en mecanizado de alta velocidad para máquinas CNC de gama media. Implementation of effective cutting strategies in high-speed machining for mid-range CNC.	83
Fortalecimiento de la cultura archivística para la conservación del patrimonio documental en empresas públicas del Área Metropolitana de Pereira. Strengthening culture archiving for conservation of documentary heritage in public companies Pereira Metropolitan Area.	90

Editorial

8^{va} Edición Revista TEINNOVA

Queridos lectores y lectoras de TEINNOVA,

Es un placer dar la bienvenida a todos ustedes a la octava edición de nuestra revista, dedicada en esta ocasión a un tema crucial en la era actual: la Economía Circular en la Industria 4.0. En un mundo donde la innovación y la sostenibilidad se han convertido en pilares fundamentales, exploraremos cómo la convergencia de la Economía Circular y la Industria 4.0 está marcando el camino hacia un futuro más sostenible y eficiente.

La Industria 4.0 ha revolucionado la forma en que concebimos y operamos en los entornos industriales. La integración de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la inteligencia artificial y la robótica ha impulsado la eficiencia, la productividad y la toma de decisiones. Sin embargo, en medio de este progreso, nos enfrentamos a desafíos ambientales significativos que exigen una reevaluación de nuestras prácticas industriales.

Es en este contexto que la Economía Circular emerge como una estrategia clave para abordar la creciente problemática de los residuos y la gestión sostenible de los recursos. Al adoptar enfoques circulares, no solo minimizamos los impactos ambientales negativos, sino que también creamos nuevas oportunidades de negocio y fomentamos la innovación.

En los artículos seleccionados para esta edición, destacamos casos de éxito y experiencias de líderes en la implementación de la Economía Circular en el entorno de la Industria 4.0. Exploraremos cómo las empresas están repensando sus cadenas de suministro, diseñando productos para la reutilización y adoptando prácticas de reciclaje avanzadas, todo mientras aprovechan las ventajas de la tecnología digital.



MSc. Ing. Juan C. García Buitrago

Además, dedicaremos espacio a examinar las políticas gubernamentales y los marcos regulatorios que impulsan y respaldan esta transición hacia una economía más circular. La colaboración entre los sectores público y privado es esencial para impulsar cambios significativos y garantizar un desarrollo sostenible a largo plazo.

A medida que avanzamos hacia un futuro donde la innovación y la sostenibilidad convergen, es imperativo que cada uno de nosotros, desde el ámbito empresarial hasta el ciudadano común, asuma un papel activo en esta transformación. La Economía Circular en la Industria 4.0 no es solo una tendencia; es una necesidad para garantizar un futuro habitable y próspero para las generaciones venideras.

Gracias por acompañarnos en este viaje de descubrimiento e inspiración. Esperamos que esta edición de TEINNOVA sirva como una fuente valiosa de conocimiento y motivación para todos aquellos comprometidos con la construcción de un mundo más sostenible a través de la integración inteligente de la Economía Circular en la Industria 4.0.

¡Disfruten de la lectura!



Diseño y construcción de un banco didáctico para prácticas de alineación, balanceo de ejes de máquinas rotativas.

Design and construction of a teaching bench for alignment practices, axle balancing rotating machines.





Palabras claves: Alineación de ejes, Balanceo de rotores, Banco didáctico, Máquinas rotativas.

Keywords: Shaft alignment, Rotor balancing, Teaching bench, Rotating machines.

Resumen

Este trabajo presenta el diseño y construcción de un banco didáctico para prácticas de alineación y balanceo de ejes en máquinas rotativas, con el fin de reforzar y complementar el conocimiento teórico práctico de los aprendices en formación de la tecnología en mantenimiento mecánico y electromecánico industrial del SENA CDITI en Dosquebradas. Se especifican los diferentes métodos de alineación en ejes de máquinas y los métodos de balanceo de rotores. Se detalla el proceso metodológico para el desarrollo del concepto y el proceso de fabricación de los componentes mecánicos de los sistemas, tanto para las prácticas de alineación como para el balanceo en el taller de mantenimiento. El esquema del banco didáctico se realizó con el software SOLIDWORKS y la manufactura fue ejecutada por aprendices de mantenimiento mecánico industrial, mantenimiento electromecánico industrial y desarrollo de componentes mecánicos para su manufactura en máquinas CNC.

Abstract

This work presents the design and construction of a teaching bench for axis alignment and balancing practices in rotating machines, in order to reinforce and complement the practical theoretical knowledge of apprentices in technology training in industrial mechanical and electromechanical maintenance of the SENA CDITI. in Dosquebradas. The different alignment methods on machine axes and rotor balancing methods are specified. The methodological process for the development of the concept and the manufacturing process of the mechanical components of the systems is detailed, both for alignment practices and for balancing in the maintenance workshop. The diagram of the didactic bench was made with SOLIDWORKS software and the manufacturing was carried out by apprentices of industrial mechanical maintenance, industrial electromechanical maintenance and development of mechanical components for manufacturing on CNC machines.

Metodología

La metodología empleada para el desarrollo del banco didáctico incluyó un análisis teórico de las técnicas de alineación de ejes y balanceo de rotores, una vez identificados los métodos se aplicó una metodología de diseño estructurada que orientó el desarrollo del prototipo virtual, la documentación del diseño; posteriormente se manufacturó el banco y efectuó su validación.

Conceptualización teórica

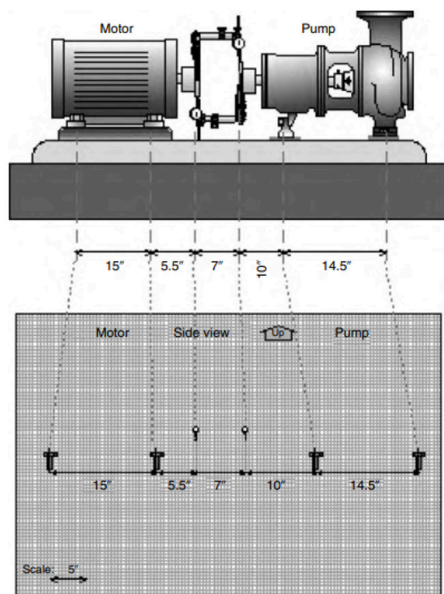
Alineación de maquinaria

La desalineación entre ejes se presenta cuando el centro de giro de los ejes de dos máquinas no está en línea bajo condiciones normales de operación. Existen dos tipos de desalineación, desalineación paralela y angular.

Modelamiento de la desalineación.

El modelo se obtiene utilizando diversos instrumentos (comparador de caratula, galgas calibradas, cabezales de emisión y receptor laser) que permiten ubicar la posición de los ejes en el espacio, de esta forma se realiza una gráfica exagerada de los valores obtenidos en un plano X (distancias entre los tornillos de la base y entre los puntos de medición respecto a los tornillos de la base) vs Y (resultados que se obtienen en los comparadores), de esta forma se puede visualizar la desalineación entre los ejes, y obtener los resultados para su corrección (Ver figura 1).

Figura 1
Gráficas de las longitudes en los tornillos de la base y los puntos de medición



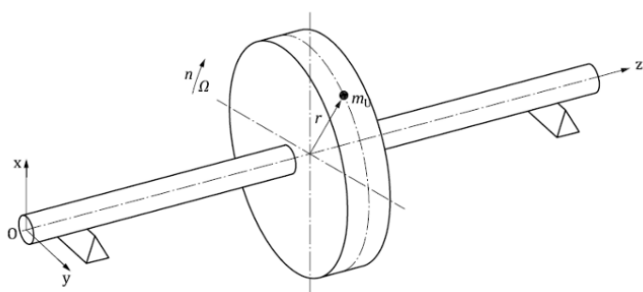
Fuente: Modelo desalineación. Shaft alignment handbook (2016).

Balaneo de rotores

Según la norma ISO 21940-2, el desbalance es la condición que existe cuando una fuerza de vibración (excitatriz) o movimiento es ejercido sobre el sistema (eje rotor y a apoyos), por las fuerzas centrífugas debido a excentricidades de masa.

El modelo más simple de un rotor desbalanceado consiste en un disco soportado por apoyos por un eje sin masa, como se muestra en la Figura 2:

Figura 2
Rotor con desbalance representado como un disco con una masa, m_d , ubicada a una distancia " r "



Fuente: Rotor balancing. Mechanical vibration (2019).

La masa de desbalance localizada en el disco a una distancia radial del eje genera una fuerza centrífuga de desbalance cuya magnitud está determinada por el cuadrado de la velocidad angular multiplicado por la masa de desbalance y por la distancia entre el centro de giro y el centro de gravedad de la masa de desbalance.

Las propiedades físicas de los rotores y de su estructura soporte y apoyos, son los parámetros que definen que el balanceo de un rotor cumpla determinada tolerancia. Por esta razón, se han creado diversos métodos de balanceo según los parámetros del sistema.

El método de balanceo para rotores rígidos busca adicionar o eliminar una masa de contrapeso para reducir el efecto del desbalanceo, por otra parte, los métodos de rotores flexibles a pesar de seguir un principio similar tienen en cuenta la flexión del eje en los diferentes armónicos de vibración.

El balanceo en un solo plano es posible realizarlo con el método de 4 corridas sin fase el cual solo requiere medir las amplitudes de la vibración durante 4 oportunidades; por otra parte, el método de coeficientes de influencia requiere medir las amplitudes vibratorias y fase de estas en dos sensores de manera simultánea.

Diseño del banco didáctico.

Para el diseño del banco didáctico se siguió la metodología de diseño establecida por Ulrich y Eppinger.

Identificación de las necesidades del cliente.

Definiendo como cliente objetivo a los instructores del área de fabricación mecánica y a los aprendices de últimos trimestres de mantenimiento mecánico y electromecánico industrial, mediante el proceso de encuesta se logró establecer las necesidades que debe cumplir el banco didáctico, estas fueron agrupadas y categorizadas como se muestra en la tabla 1.

Especificaciones Objetivo

Con base en las necesidades del cliente y la revisión del estado del arte de equipos similares que se encuentran en el mercado fue necesario establecer algunas de las especificaciones técnicas objetivo, tabla 2, para el desarrollo del producto y con los cuales poder desarrollar los conceptos preliminares del mismo.

Tabla 1
Categorización de las necesidades del cliente

Item	Categorización de la necesidad	Importancia
1.	El banco didáctico opera sin fallas durante 6 horas al día	3
2.	El banco didáctico puede ser operado por personal con conocimientos básicos en alineación y balanceo	3
3.	El banco didáctico es resistente al desgaste	5
4.	El banco didáctico es resistente a la corrosión.	5
5.	El banco didáctico permite ser alienado fácilmente.	5
6.	El banco didáctico permite ser balanceado fácilmente.	5
7.	El banco didáctico permite el montaje de los elementos mecánicos fácilmente.	5
8.	El banco didáctico es fácil de mantener	4
9.	El banco didáctico contiene componentes estandarizados locales.	5
10.	El banco didáctico puede ser alienado en dirección vertical y horizontal.	5
11.	El banco didáctico esta aislado de vibraciones externas.	3
12.	El banco didáctico permite ejecutar balanceos estáticos y dinámicos.	5
13.	El banco didáctico permite el acople ágil de los instrumentos de medición.	5
14.	El banco didáctico permite ser operado sin el uso de equipos de cómputo.	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2
Subconjunto de especificaciones técnicas

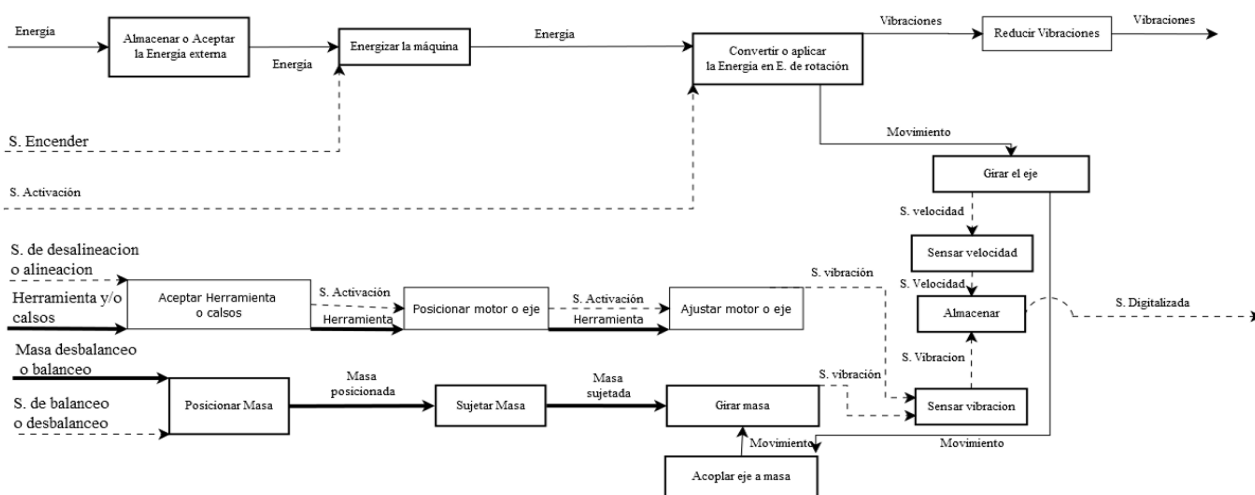
Especificación	Necesidad	Valor
Potencia Motora	1.	½ Hp
Placa Soporte	3	Acero
Eje	1.	½ Hp
Soportes	3,4	Completa en fundición
Discos de Balanceo	3,4	Acero
Soporte Motor	5,10	Alineación horizontal y vertical
Montaje Soportes en Placa	3,4	Base conjunta
Acople con analizador	13	Magnético
Tipos de Balanceo	12	Estático y dinámico
Aislante a Vibraciones	11	SI
Acoples entre Eje y Cojinetes	5,7,8	Rígido
Software	14	NO
Altura entre Eje y Placa	5,13	Alta
Montaje de Discos Balanceo	6	Rígido
Balanceo estático sin vibraciones	6	SI

Fuente: Elaboración propia.

Descomposición funcional.

Con base en la revisión de bancos didácticos comerciales, las especificaciones establecidas, y los elementos mecánicos disponibles en la institución y en la región, se realiza una descomposición de las funciones del equipo y así generar múltiples soluciones a cada función realizada. Como se observa en la figura 3.

Figura 3
Descomposición funcional del banco didáctico



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3
Concepto seleccionado

Función	Solución
Almacenar o aceptar la energía externa	Clavija trifásica
Energizar la máquina	Interruptor AC trifásico
Convertir la energía en movimiento rotativo	Motor AC trifásico
Reducir vibraciones	Aislamiento vibratorio, balanceo, alineación
Girar el eje	Acople rígido o flexible
Aceptar herramienta o calzos	Tornillos de posicionamiento
Posicionar motor o eje	Tornillos de posicionamiento
Ajustar motor o eje	Tornillos de sujeción
Posicionar masa	Discos con agujeros fijos
Sujetar masa	Tornillos de fijación
Acoplar eje a masa	Manguito de fijación
Girar masa	Disco giratorio
Medir vibraciones	Colector de vibraciones magnético
Medir velocidad de giro	Tacómetro laser

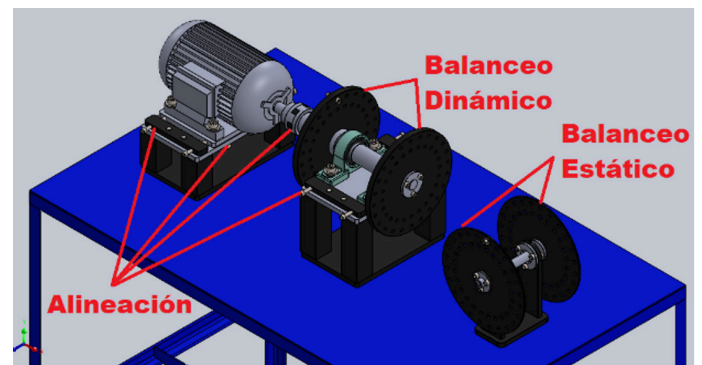
Fuente: Elaboración propia.

Prueba del concepto

La prueba del concepto según Ulrich (2013), implica el desarrollo de los detalles de cada componente del equipo tanto de manera virtual como real, para así poner a prueba el mismo e identificar falencias, mejoras y ventajas del producto, valorándolo e identificando si este cumple con las necesidades del cliente.

Con base en el concepto desarrollado y seleccionado anteriormente, los materiales, componentes y maquinaria con la que cuenta el SENA CDITI en Dosquebradas, se genera el modelo virtual del banco de alineación y balanceo como se muestra en la figura 4.

Figura 4
Modelo virtual banco de alineación y balanceo



Fuente: Elaboración propia.

El prototipo virtual fue verificado en cuanto al cumplimiento de las especificaciones técnicas y las necesidades del cliente; posteriormente, se generaron los planos de detalle y ensamble para su construcción.

Manufactura del banco

La manufactura del banco didáctico fue realizada por aprendices de tecnología en mantenimiento mecánico, tecnología en mantenimiento electromecánico industrial y tecnología en producción de componentes mecánicos con máquinas de control numérico computarizado, en la figura 5 se presenta el proceso de ensamblaje para su posterior verificación.

Figura 5
Ensamblaje y ajuste de componentes mecánicos



Fuente: Elaboración propia.

Una vez finalizado el proceso de manufactura del banco, se realizó la conexión del motor trifásico y se realizaron varias pruebas de validación. El banco se encuentra listo para su uso.

Conclusiones y recomendaciones

Se presenta un banco didáctico de alineación y balanceo de maquinaria, para ser utilizado en el proceso formativo de los aprendices de mantenimiento mecánico y electromecánico industrial del CDITI.

Para cada una de las pruebas los valores de desalineación pueden ser registrados de manera análoga mediante comparadores de caratula o de manera digital mediante la aplicación para Android o iOS “Shaft Alignment Tool TKSA 11”, el movimiento de la maquina móvil la cual puede ser tanto el motor como el eje con discos perforados se realiza

mediante empujadores laterales, gatos mecánicos de tornillo y calzos de diversos espesores.

El proceso de balanceo estático se realiza en un mecanismo de discos perforados opuestos de bajo peso y baja fricción de rotación con el fin de reducir los errores de medición angular, adicionalmente para este balanceo se requiere de una báscula de resolución mínima de 1 gramo y múltiples masas completamente simétricas con respecto a su centro de gravedad.

El proceso de balanceo dinámico se puede realizar mediante el método de 4 corridas sin fase empleando la aplicación para Android o iOS “Balancer” y un analizador de vibraciones de un solo canal o sensor. También es posible realizar este tipo de balanceo mediante el método de coeficientes de influencia empleando un analizador de vibraciones de mínimo dos canales y sensor laser para la identificación de la fase en las ondas vibratorias.

Con el fin de facilitar los procesos pedagógicos para la alineación y balanceo de la maquinaria se hace necesario una actualización tecnológica en cuanto a sistemas de alineación laser, y sistemas de análisis de vibraciones de última generación de múltiples canales con software especializado en manejo y análisis de señales vibratorias.

El avance en inteligencia artificial en los últimos años encamina futuros trabajo en el desarrollo de modelos predictivos automáticos de fallas en maquinaria los cuales requieren de sistemas de manejo de gran volumen de datos o BIG DATA, sistemas de filtros inteligentes de datos atípicos, y procesos de aprendizaje automático o Machine Learning.

Referencias bibliográficas

- Piotrowski John. (2016). Shaft Alignment Handbook (L.L.Faulkner (Ed.); Third Edition). CRC Press - Taylor & Francis Group.
- ISO 21940-2:2017 - Mechanical vibration – Rotor balancing: Part 2: Vocabulary.
- ISO, 21940-1:2019 - Mechanical vibration - Rotor balancing - Part 1: Introduction.
- Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2013). Diseño y desarrollo de productos (Abiud Florez Valentín & Instituto Tecnológico y de estudios superiores de Monterrey (Eds.); Quinta edición). mc Graw Hill Education.

Comunidades energéticas,
estrategia para la transición
energética en Colombia

Energy communities,
strategy for the energy
transition in Colombia



Henry Vanegas Mejía
Ing. Electricista, MSc en Ingeniería Eléctrica
Universidad Tecnológica de Pereira
hvanegas@utp.edu.co



Gloria Stella Morales Puerta
MSc en Gestión de Organizaciones
gstellamoraes@gmail.com



Resumen

Es el propósito de este artículo generar el interés en la comunidad académica, científica y de los servicios públicos domiciliarios sobre las oportunidades que tiene el país, a partir de las grandes reformas que está realizando el actual Gobierno, en la constitución de “comunidades energéticas” en vía a la transición energética.

Desde este enfoque, la transición energética se presenta como una construcción y/o visión territorial, de competencias y muy particular, sobre el camino a seguir por una comunidad energética para volverse ambientalmente justa. Una transición inclusiva, que crea oportunidades, que maximiza beneficios y optimiza costos, que asume desafíos para la preservación y conservación del medio ambiente (cultural, natural y social) y que gestiona su propio desarrollo.

Colombia y el mundo han avanzado en la formulación de algunas políticas y provisión de financiamiento para dar pie a la transición energética. En concreto, a nivel global ya existen algunas comunidades energéticas en funcionamiento y están por formarse en el país. En este sentido, el actual Gobierno está avanzando en la regulación pertinente y algunas iniciativas locales están por ultimarse, convirtiéndose en una situación propicia para pensar en un modelo de éxito para conformar las comunidades energéticas en Colombia.

Abstract

It is the purpose of this article to generate interest in the academic, scientific and home public services community about the opportunities that the country has, based on the important reforms that the current Government is carrying out in the constitution of “energy communities”, on the path towards the energy transition.

From this approach, the energy transition is presented as a territorial construction and/or vision,

of competencies and very particular, of a community to become environmentally fair in the self-consumption of energy. An inclusive transition, which creates opportunities, which maximizes benefits and optimizes costs, which takes on challenges for the preservation and conservation of the environment (cultural, natural and social) and which manages its own development.

Colombia and the world have made progress in the formulation of some policies and provision of financing to give rise to the energy transition.

At a global level there are already some energy communities in operation and they are about to be formed in the country. In this sense, progress is being made in the relevant regulation and some local initiatives are about to be realized, becoming a favorable situation to think about a successful model of energy communities.

Palabras claves: Comunidad energética, transición energética, justicia ambiental, justicia tarifaria, uso eficiente de la energía.

Keywords: Energy community, energy transition, environmental justice, tariff justice, efficient use of energy.

Introducción

Se incita a la comunidad académica, científica y de prestación de servicios a reflexionar sobre las oportunidades que tiene actualmente Colombia con la opción latente de establecer “comunidades energéticas”, uno de los puntos de partida para la transición energética.

Es apropiado que el sector eléctrico no sólo contemple iniciativas para la formación de comunidades energéticas, sino que enfrente el desafío de determinar las tecnologías que aseguren la justicia ambiental para esas mismas comunidades.

En este artículo se aprecian cinco secciones que hiladas presentan en primera instancia el concepto de transición energética como un camino por recorrer, en segunda, una descripción de lo que pueden ser las comunidades energéticas en ese camino, como tercera, el gran desafío del sector eléctrico de pactar por la justicia tarifaria y en cuarta, la expectativa de ver a Colombia como un país de oportunidades.

Finalmente, y en una cuarta sección, se concluye en la necesidad y oportunidad de llevar

a cabo un modelo de éxito para conformar las comunidades energéticas en Colombia. Se plantean algunas necesidades a abordar directamente en este modelo y se enuncian aquellas oportunidades que se vienen presentando relacionadas con las capacidades que ofrece el territorio y así poder aprovecharlas.

Metodología

El artículo se escribe y contiene a través de su lectura, conclusiones que se generan desde una perspectiva analítica e interpretativa de los autores de éste, los cuales han recurrido a fuentes secundarias, en una revisión documental centrada en documentos y/o proyectos y/o estudios y/o propuestas, de tipo experimental en el mundo y en Colombia y a aquellos expedidos en función de las reformas que adelanta el Gobierno actual, tomando las comunidades energéticas como sujetos a ser analizados y los datos observados y las políticas declaradas para la comprensión del contexto.

La transición energética: un camino por recorrer

En el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, “Colombia, potencia mundial de la vida”, se concibe que la transición energética será justa, participativa, respetuosa, gradual e intensiva en conocimiento.

Desde el preámbulo que promulga la Constitución Política de Colombia 1991, (Secretaría General del Senado, 2023), se entiende que el anterior enunciado tiene que ver con una transición que implique justicia ambiental de la energización, donde se concibe la equidad en los costos y beneficios ambientales, la participación de la comunidad en las decisiones planeación, ejecución y evaluación de proyectos relacionados con su territorio, la satisfacción de sus necesidades presentes, pero también las necesidades de las generaciones futuras y por último la precaución de evitar daños ambientales ante el emprendimiento de alguna actividad. Es decir, la transición debe considerar la comunidad, sus características y las condiciones del territorio que la rodea, sin que haya discriminación alguna.

Para el Gobierno actual, la justicia ambiental es un eje fundamental (Presidencia de la República, 2023) y la transición energética en Colombia tiende a marcar cambios sustanciales en la forma de invertir y contribuir en materia de crisis climática;

energías limpias, descarbonización de la economía, disminución de dependencia del petróleo como una de las principales fuentes de energía del país, financiación para el cambio climático, acceso a la información, entre otros planteamientos (Minenergía, 2023). No obstante, también es muy marcada la intención para conformar comunidades energéticas como un ingrediente indispensable para esta transición.

En este sentido, se puede decir que la prestación del servicio de energía por organizaciones autorizadas, de carácter comunitario, ha sido incipiente, más bien se ha fortalecido el sector de agua y saneamiento. La regulación para el sector de la energía eléctrica no ha sido expedita en estimular la conformación de comunidades energéticas. La Ley 142 de 1994 desarrolló el régimen de los servicios públicos domiciliarios, entre estos la energía eléctrica, estableciendo el artículo 15.4 la facultad a las organizaciones autorizadas para prestar este servicio, no obstante, el Decreto Nacional 421 de 2000 reglamenta solo el sector de agua potable y saneamiento (Gestor Normativo - CRA, 2023). Ha habido gran incertidumbre jurídica y legal para facilitar la conformación de comunidades de carácter asociativo para lograr la eficiencia energética a partir de fuentes no convencionales de energías renovables.

Sin embargo, ya se avanza en su regulación; equipos de profesionales especializados en la prestación de los servicios públicos domiciliarios adelantan estudios referentes a la modificación y adición de las leyes 142 y 143 de 1994, 1341 de 2009 y 1819 de 2016 y todas aquellas normas relacionadas. Se está a la espera que allí estén incluidas las comunidades energéticas en todo su concepto y en todo lo que le compete para su puesta en marcha.

Ahora bien, a nivel mundial, la experiencia en lo global permite corroborar que la transición energética está por hacerse, ya que cada país ha encontrado un camino distinto y ha asumido el proceso en acuerdo a sus necesidades y expectativas y a su alto o menor grado de contaminación y/o contribución a las soluciones energéticas hasta ahora estudiadas (Ashraf & Bocca, 2023).

Existen experiencias previas en varias partes del mundo, como ejemplo: caso Israel (GenCell, 2018) y Corea del Sur (Good New Energy, 2023) donde vienen adelantando iniciativas energéticas o de energía eléctrica a partir de hidrógeno y caso España (El Periódico de España Davi Page, 2023)

que tiene una política establecida de energización y comunidades energéticas ya constituidas.

realidades sobre competencias y condiciones de su territorio.

Colombia necesita hacer estudios de casos y adaptar las experiencias a nivel mundial a las

Ilustración 1
Comunidades energéticas en el mundo



Fuente: Adaptación de los autores

La comunidad energética: una ventaja en el camino

De acuerdo con lo anterior, la transición energética tiene que ver con una construcción y/o visión territorial, de competencias y de manera muy particular, con el camino a recorrer por una comunidad energética para llegar a ser justa ambientalmente. Una transición inclusiva, que cree en oportunidades, que maximice los beneficios y optimice los costos, que asuma retos para la preservación y conservación del ambiente (entorno cultural, natural y social) y que permita a las comunidades administrar su propio desarrollo.

Como se mencionó, el Gobierno actual viene desarrollando al detalle la vinculación de las comunidades energéticas a la transición energética para Colombia. Es por esto que se divulga, seguidamente y en esta sección, algunos elementos fundamentales que describen las comunidades energéticas y su funcionamiento, originadas en diferentes jornadas de capacitación realizadas por la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas No Interconectadas

(IPSE) y el Ministerio de Minas y Energía, entre otras instituciones.

Como tal, por Ley 142 de 1994, en Colombia ya está definida la forma en que deben conformarse las comunidades en general para prestar servicios públicos domiciliarios (Secretaría General del Senado, 2023), sin embargo, la normativa vigente se está modificando y complementando y se vienen importantes reformas gubernamentales que promueven la inclusión y una transformación justa, participativa, respetuosa, gradual e intensiva en conocimiento dándole fuerte importancia a las fuentes no convencionales de energías renovables (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

Los usuarios o potenciales usuarios de servicios energéticos podrán constituir Comunidades Energéticas para generar, comercializar y/o usar eficientemente la energía a través del uso de fuentes no convencionales de energía renovables (FNCR), combustibles renovables y recursos energéticos distribuidos (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2023).

Estas comunidades podrán ser conformadas por personas naturales y/o jurídicas. Las conformadas por personas naturales y por aquellas con gobierno propio; pueblos y comunidades indígenas y comunidades campesinas, negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras podrán ser beneficiarias de recursos públicos para el financiamiento de inversión, operación y mantenimiento de infraestructura, con base en los criterios de focalización que defina el Ministerio de Minas y Energía. La infraestructura que se desarrolle con recursos públicos podrá cederse a título gratuito a las comunidades energéticas, en las condiciones que defina el Ministerio de Minas y Energía, en coordinación con las entidades competentes (BBVA Research, 2023).

Estas comunidades son pequeñas comunidades locales y vecindarios que producen su propia energía renovable para autoconsumo

doméstico hasta emprendimientos comunitarios que mejoren las condiciones socioeconómicas de sus integrantes. (Mesa DER Colombia, 2023) Tienen entre otras características, las siguientes:

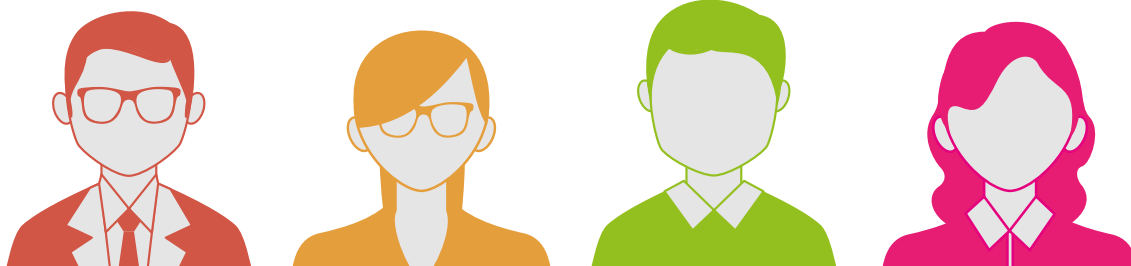
- Ser una entidad jurídica que se base en la participación abierta y voluntaria.
- Ser autónoma y estar efectivamente controlada por socios o miembros.
- Actuar en el ámbito local, dentro de un municipio o en un número limitado de municipios colindante.
- Destinar parte del beneficio económico al desarrollo social de su entorno.

Los grupos y/o actores de interés son ampliamente reconocidos en Colombia y en la actualidad:

Ilustración 2

Algunos grupos de interés para la conformación de comunidades energéticas

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| ● JUNTAS DE ACCIÓN COMUNAL | ● JUNTAS DE COPROPIETARIOS |
| ● ENTIDADES PÚBLICAS | ● COOPERATIVAS |
| ● ASOCIACIONES | ● PERSONAS JURÍDICAS |
| ● PERSONAS NATURALES | ● COMUNIDADES RURALES |



Fuente: Adaptación de los autores

Sus objetivos deben garantizar la energización en términos justos y participativos. Entre estos se pueden contar:

- Aumentar el cubrimiento de energía eléctrica, garantizando el acceso a poblaciones vulnerables.
- Aumentar la eficiencia energética mediante proximidad del centro de generación al lugar de consumo, disminuyendo así las pérdidas.
- Democratizar el servicio de energía a partir de la participación de los usuarios y potenciales usuarios.
- Descentralizar la generación, distribución, almacenamiento y el consumo de energía hacia las comunidades.
- Descarbonizar la economía mediante el uso de las FNCER.
- Desarrollar la economía local y territorial, a partir del desarrollo de las actividades relativas al servicio de energía.
- Aumentar la confiabilidad del sistema mediante la utilización de FNCER y recursos energéticos distribuidos.
- Ofrecer condiciones económicas asequibles al servicio de energía eléctrica para las comunidades.

Algunas de las actividades que estarían a cargo de estas comunidades están relacionadas con:

- La generación de energía.
- El consumo eficiente de energía.
- El empoderamiento energético de la comunidad.
- La financiación colectiva de proyectos de energías renovables.
- La planeación, ejecución y puesta en marcha de proyectos de movilidad eléctrica.
- La recuperación de plantas de generación existentes.
- La comercialización colectiva de energía.

Las comunidades energéticas acortan eslabones de la cadena de valor en el negocio de la energía

Las comunidades energéticas tienen estas dos formas de generar su propia energía en cualquier alternativa renovable:

- **AC:** Autogeneración Colectiva: “se genera en casa”. La comunidad energética produce energía eléctrica y/o hace uso eficiente de la energía, principalmente, para atender sus propias necesidades. Los excedentes de energía se entregan a la red en los términos de la regulación que establezca la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) para tal fin. Se entiende como uso eficiente de la energía aquella que se utiliza en suplir las necesidades considerando su más bajo consumo.

- **GCD:** Generación Distributiva Colectiva: “se genera en un terreno comunitario”. La comunidad energética produce energía eléctrica cerca de los centros de consumo y se conecta a un Sistema de Distribución Local (SDL) o a una Microred. La entrega de energía al SDL se rige bajo la regulación que establezca la CREG para los fines pertinentes.

La propiedad de los activos de generación AC o GDC pueden ser de propiedad de la comunidad energética y/o copropiedad de ésta junto con terceros. La comunidad energética para AC o GDC podrá operar también a través de la adquisición de otros derechos reales sobre los activos.

Los distintos métodos de producción comprenden los sistemas solares, las turbinas eólicas, las pequeñas centrales hidroeléctricas (PCH), la bioenergía y el hidrógeno, entre otros.

La forma de financiación de la AC y GDC y la

repartición de utilidades o beneficios económicos entre los miembros de la comunidad energética, se regirá por los principios de la autonomía privada y la libertad contractual.

Entre otros, los distintos tipos de instituciones y mecanismos para la financiación y utilidades de las comunidades energéticas sería los siguientes:

***Ver: Ilustración 3.** Instituciones y/o mecanismos para financiación

Algunas diferencias con las empresas de energía tradicional (Ministerio de Minas y Energía - Unidad de Planeación Minero Energética, 2023) que prestan el servicio público domiciliario:

- Centran sus beneficios en ellas mismas, su objeto principal es ofrecer beneficios económicos, sociales y ambientales a sus miembros.

- La participación abierta y voluntaria para las personas que la conforman, también implican responsabilidades por formar parte de las comunidades.

De atenderse este llamado de atención a conformar comunidades energéticas, en el camino hacia la transición energética se tendrían las siguientes ventajas (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2023):

- Reducción de la dependencia energética de los combustibles fósiles.
- Promueve el uso eficiente de la energía.
- Utilización de energías limpias.
- Apoyo social a las energías renovables.
- Apoyo a la economía de la comunidad.
- Fortalecimiento de la comunidad.
- Redistribución de las ganancias.
- Generan espacios de innovación social.

Las comunidades energéticas se empoderan de su futuro socio-económico y medio ambiental

El gran desafío del sector eléctrico: pacto por la justicia tarifaria

La siguiente ilustración corresponde a una foto del sistema eléctrico de potencia, pertinente a la cadena de producción de energía eléctrica en Colombia, constituida por generación, transmisión, distribución y comercialización. Así es como se presta el servicio desde lo técnico a los usuarios finales, residenciales (domésticos), comerciales e industriales.

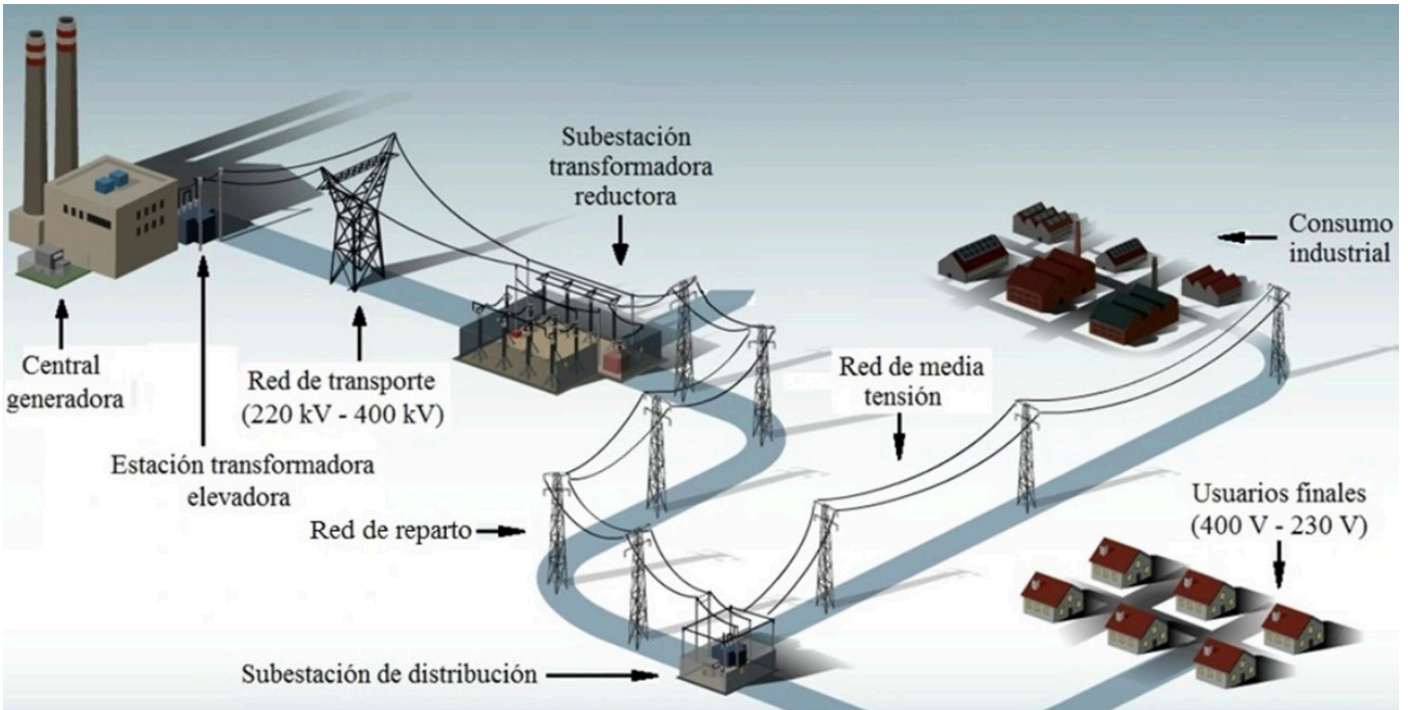
Ilustración 3
Instituciones y/o mecanismos para financiación

Siglas		Normatividad
FAER	Fondo de Apoyo financiero para la Energización de las zonas Rurales interconectada	Artículo 105 de la Ley 788 de 2002 - Decreto 1122 de 2008 -Resolución 40379 / 2023
FENOGE	Fondo de Energías No Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía	Artículo 10 de la Ley 1715 de 2014 - Resolución 40271 / 2022
PRONE	Programa de Normalización de Redes Eléctricas	Ley 1117 de 2006 Decreto 1123 / 2008
FTSP	Fondo para el Desarrollo del Plan Todos Somos PAZcífico.	COMPES 3847 / 2015 artículo 185 del Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018 y Ley 1753 de 2015

Siglas		Normatividad
O x I	Obras por Impuestos	Resolución 2411 / 2020 (DNP y ART)
SGR	Sistema General de Regalías	Ley 2056 /2020 Decreto 1821 /2020 Orientación Transitorias para la gestión de proyectos de inversión.
FINDETER	Financiera del Desarrollo de Territorial	Resolución 40393 / 2015

Fuente: adaptación de los autores - Departamento Nacional de Planeación (DNP), 2015

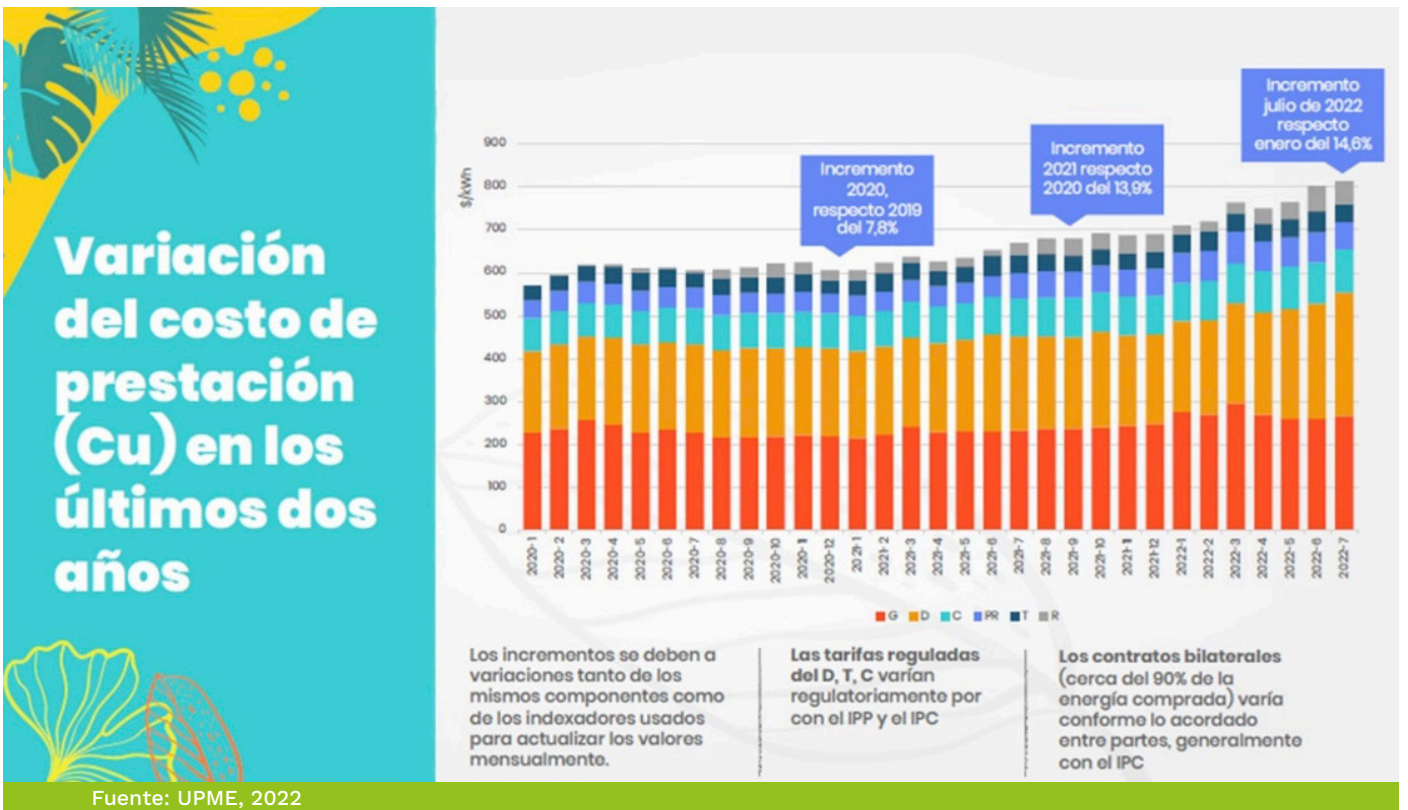
Ilustración 4
Cadena de producción de energía eléctrica en Colombia



Fuente: Adaptación de los autores

A partir de este sistema, es que se hace el cobro por kilovatio hora (kWh). La siguiente ilustración, es un referente, un ejemplo gráfico de lo que es la variación del valor del kWh, el cual depende de la variación del Índice de Precios al Productor (IPP) y del Índice de Precios al Consumidor (IPC). Los colores permiten visualizar tanto el aumento del valor como los componentes de la cadena de producción.

Ilustración 5
Ejemplo de variación del costo unitario de la energía



Fuente: UPME, 2022

En la ilustración siguiente se muestra la factura promedio, los kWh consumidos multiplicados por el valor en pesos del kWh, en porcentajes por componente de la cadena de producción de la energía, que pagaría un usuario, ajustado por el nivel del subsidio.

Ilustración 6
Componentes del Costo Unitario (C.U)

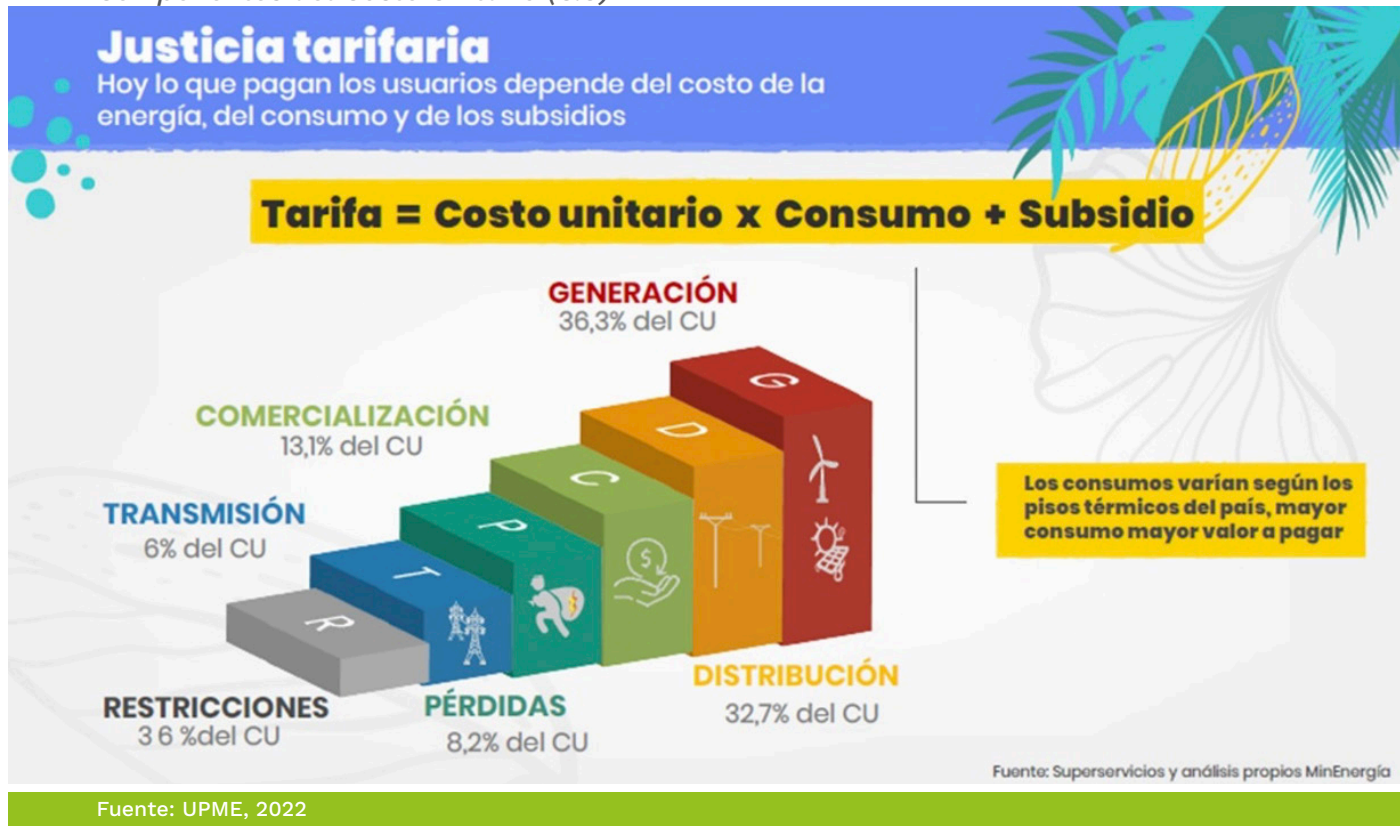


Ilustración 7
Otros desafíos del sector eléctrico - Fuente: UPME, 2023

Otros desafíos del sector eléctrico

- Desbloquear megaproyectos de transmisión:**
*Colectora (La Guajira)
- Confiablez en el sistema gasífero-eléctrico:**
Mantener el suministro
- Impulsar FNCER:** Las energías que no han arrancado en la matriz eléctrica

- Acceso al servicio de energía en la ZNI, con tarifas justas**
Aprovechamiento de los residuos forestales y animales
- Aprovechamiento de desechos sólidos** para generar energía
- Creación de comunidades energéticas**
El usuario no solo como consumidor, sino como generador

Fuente: UPME, 2023

Toda esta parte introductoria a la tarifa se expone para inducir a la comunidad académica, científica y de prestación del servicio público domiciliario de energía eléctrica, y en especial al sector eléctrico en Colombia, que la energización debe entenderse desde el punto de vista de “justicia tarifaria”. Se entiende ésta por la equidad en el cobro de las tarifas del servicio de energía ante el llamado del Gobierno actual para mitigar la tendencia alcista en las tarifas de este servicio (MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA, 2022).

En conclusión, los usuarios finales deben pagar un precio justo, con base en el uso eficiente de energías alternativas.

De igual manera, es un desafío realizar estudios específicos e investigaciones acerca de las

tecnologías existentes para la energización y/o que sean adaptables a las comunidades energéticas. Ahora, no es redundante afirmar que hace parte de los desafíos del sector eléctrico poner en marcha las comunidades energéticas como tal.

Colombia un país de oportunidades: futuro de la transición energética

Las siguientes son ilustraciones que muestran una serie de oportunidades y/o potencialidades que tiene Colombia para la transición energética y que le otorgan consistencia a las comunidades energéticas.

Ilustración 8
Otras oportunidades para Colombia



Ilustración 9
Oportunidades para Colombia geotermia y biomasa

Oportunidades energéticas para Colombia

Geotermia:

Es la energía desde el corazón de la tierra.

- El Servicio Geológico Colombiano estimó una **potencia eléctrica de 1.170 megavatios**.
- Se tiene un especial interés en áreas como **Paipa** (Boyacá), **Azufral** (Nariño), **San Diego** (Cesar), **Nevado del Ruiz** (Tolima-Caldas), **Santa Rosa** (Risaralda) y **Cerro Machín** (Tolima).

Biomasa:

- Es el contenido energético de **los residuos sólidos, líquidos y gaseosos de la materia orgánica**.

Fuente: Dirección del Energía del Minenergía. Corte: Julio de 2022.

Fuente: UPME, 2022

Ilustración 10
Oportunidades para Colombia eólica e hidrogeno verde

Oportunidades energéticas para Colombia

Eólico

- La Guajira es el departamento que cuenta con mayor oportunidad para el desarrollo de esta energía.
- En cuanto a Eólica Costa Afuera, el gran potencial está concentrado en la Costa Caribe.
- De esta forma, **el potencial técnico total estimado en la Costa Caribe es de 109 GW (gigavatios)**.

Hidrógeno verde:

- El H₂ ofrece un soporte complementario a la electrificación de la matriz.**
- Su papel dependerá de otros desarrollos en el sistema energético.

Fuente: Dirección del Energía del Minenergía. Corte: Julio de 2022.

Fuente: UPME, 2022



Necesidad/oportunidad: la estrategia, un modelo de comunidad energética

Alcanzar un modelo de éxito de comunidad energética debe considerar la caracterización de las comunidades esperando encontrar sus propias capacidades (Pascual C. F., 2023) energéticas y las condiciones del territorio que haría parte de las mismas. Comprende un esquema prototipo adaptable y replicable que contribuya a lograr los desafíos del sector eléctrico frente a una transición energética de Colombia será justa participativa respetuosa gradual e intensiva en conocimiento.

Se trae a colación la declaración de la Universidad Pontificia Comillas de Madrid, España, en la Cátedra bp

Chair for a Sustainable Net Zero donde se considera que:

“un modelo energético sostenible es aquel que contribuye al bienestar de la humanidad, mientras preserva los recursos ambientales o institucionales, y contribuye a su distribución de forma justa. Esto se traduce en la práctica en un modelo energético compatible con la protección del medio ambiente, con precios de la energía asequibles que reflejen adecuadamente los costes incurridos y que facilite el acceso universal a formas modernas de energía”.

Las siguientes ilustraciones muestran sencillamente lo que puede ser el modelo de comunidad energética, lo cual se vuelve muy interesante cuando se la incorporan los principios de la justicia ambiental.

Ilustración 12 Caracterización y alianzas estratégicas

- Caracterización de las Comunidades:
- Identidad (intereses, gustos u objetivos)
 - Necesidades energéticas
 - Potencialidades energéticas

- Alianzas:
- Academia
 - Organizaciones locales
 - Comunidades
 - Empresas
 - Entidades gubernamentales



- Apoyo:
- Técnico
 - Financiero
 - Regulatorio.

Fuente: Elaboración propia

El financiamiento es relevante frente a esa capacidad económica incipiente que poseen las comunidades actualmente. Se requiere entonces de hacer uso de las fuentes disponibles y dispuestas para tal fin.

Ilustración 13 Financiación e incentivos

Mecanismos de financiamiento de fácil acceso:

- Fondos gubernamentales
- Fondos de inversionistas privados
- Fondos internacionales

Incentivos:

- Subsidios o apoyos financieros en el costo de inversión inicial
- Fiscales
- Tarifarios
- Procesos administrativos más flexibles



Fuente: Elaboración propia

El modelo debe ir acompañado de una propuesta de diseño y ejecución de un programa de transferencia de conocimientos en la que se propicie la construcción del tejido social para la transición, eficiencia y gestión energética, a partir de la creación de conciencia, facilitación del desarrollo de competencias en comunidades organizadas y de la recopilación y consolidación de las experiencias en una serie de cartillas que sirvan como herramienta de réplica en otras comunidades.

Ilustración 14 Gobernanza y transferencia de conocimientos

Modelo de gobernanza:

- Roles y responsabilidades de los diferentes actores involucrados
- Definir tipo de asociación: cooperativa u otro esquema
- Toma de decisiones
- La gestión de los recursos
- La distribución de los beneficios generados

Capacitación:

- Ambiental
- Energías limpias
- Administración
- Técnica (Montaje, mantenimiento y operación)
- Asociatividad y cooperativismo



Fuente: Elaboración propia

Conclusión

Colombia tiene una oportunidad única tanto para el propio desarrollo de las comunidades como para el sector eléctrico, desafíos a emprender de manera inmediata. Están dadas las condiciones, grandes reformas del Gobierno actual, prioridad en el Plan Nacional de Desarrollo y avance en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible.

Al respecto, se hace necesario el cambio

del modelo tradicional a un modelo que se base en energías renovables y busque la descarbonización, descentralización, incentivando la baja de precios de los activos energéticos renovables y las nuevas soluciones digitales permitan producir y consumir energía limpia y más eficiente, administrado por comunidades energéticas.

Es de recordar que esta iniciativa y los desafíos del sector eléctrico impactan en el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible que le apunta Colombia.

Referencias bibliográficas

- Ashraf, M., & Bocca, R. (28 de junio de 2023). <https://www.weforum.org>. Obtenido de <https://www.weforum.org/publications/fostering-effective-energy-transition-2023/>
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (Septiembre de 2023). <https://www.anla.gov.co/noticias-anla/la-transicion-energetica-justa-un-deber-de-pais>. Obtenido de <https://www.anla.gov.co/noticias-anla/la-transicion-energetica-justa-un-deber-de-pais>
- BBVA Research. (21 de febrero de 2023). <https://www.bbva.com>. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-las-comunidades-energeticas-y-como-funcionan/>
- Berrou, Y., & Soulier, E. (2023). A Methodology to Analyze the Development of Energy Communities. In: Alanne, K., & Saari, A. (2006). Distributed energy generation and sustainable development. Renewable and Sustainable Energy Reviews.
- Blasch, J., van der Grijp, N., Petrovics, D., Palm, J., Broken, N., Darby, S. J., & Mlinarić, M. (2021). New clean energy communities in polycentric settings: Four avenues for future research. Energy Research & Social Science, 82.
- Cámara, G. d.-S. (2022 de septiembre de 2022). <https://leyes.senado.gov.co>. Obtenido de https://leyes.senado.gov.co/proyectos/images/documentos/Textos%20Radicados/Ponencias/2022/gaceta_1059.pdf
- Caramizaru, E., & Uihlein, A. (2020). Energy communities: an overview of energy and social innovation. Luxembourg: Publications Office of the European Union.
- Clean Power for Humanity - GenCell (2020). [Película]. Israel. Departamento Nacional de Planeación. (05 de mayo de 2023). <https://www.dnp.gov.co>. Obtenido de <https://www.dnp.gov.co/plan-nacional-desarrollo/pnd-2022-2026>
- Departamento Nacional de Planeación. (05 de mayo de 2023). <https://colaboracion.dnp.gov.co>. Obtenido de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/portalDNP/PND-2023/2023-05-05-texto-conciliado-PND.pdf>
- Edwards, J. S. (2008). Knowledge management in the energy sector: review and future. International Journal of Energy Sector Management.
- El Periódico de España Davi Page. (20 de noviembre de 2023). <https://www.vepe.es>. Obtenido de <https://www.vepe.es/es/activos/20231120/hidrogeno-verde-energeticas-proyectos-espana-94744997>
- Estudio Legal Hernández Abogados y Asociados. (03 de Marzo de 2019). <https://estudiolegalhernandez.com>. Obtenido de <https://estudiolegalhernandez.com/marco-juridico-de-las-energias-renovables-en-colombia/>
- Geels, F. W., & Schot, J. (2010). The dynamics of transitions: a socio-technical perspective. Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change.
- GenCell. (05 de junio de 2018). Clean Power for Humanity. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=aH33UfxEBLs>
- Gestor Normativo - CRA. (15 de diciembre de 2023). <https://normas.cra.gov.co>. Obtenido de https://normas.cra.gov.co/gestor/docs/ley_0142_1994.htm
- Good New Energy. (16 de febrero de 2023). <https://goodnewenergy.enagas.es>. Obtenido de <https://goodnewenergy.enagas.es/innovadores/corea-del-sur-su-hoja-de-ruta-del-hidrogeno-basada-en-la-idi-group>
- group, P. (Dirección). (2010). HOME-La Tierra [Película]. 54 países. <https://www.superservicios.gov.co>. (mayo de 2023). Obtenido de https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Estrategia-servicios-publicos-por-la-vida-2023_0.pdf
- Ibrahim, A., Ehrenmann, A., & Lambin, X. (2020). On the viability of energy communities. The Energy Journal, 1, 41.
- Mesa DER Colombia. (junio de 2023). <https://colombiainteligente.org>. Obtenido de <https://colombiainteligente.org/producto/comunidades-energeticas-retos-para-la-participacion-y-su-sostenibilidad/>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (28 de Mayo de 2023). <https://www.minambiente.gov.co>. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/minambiente-propone-descentralizacion-energetica-y-gobernanza-comunitaria-para-bajar-costos-de-los-servicios-publicos/>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (diciembre de 2022). <https://minciencias.gov.co>. Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/politicas_orientadas_por_misiones_minciencias_2022-2026.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (25 de mayo de 2023). <https://minciencias.gov.co>. Recuperado el 2023, de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_3_documento_de_tipologia_de_proyectos_version_6.pdf
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (s.f.). <https://www.innovamos.gov.co>. Obtenido de https://www.innovamos.gov.co/sites/default/content/files/000121/6006_foro-sgr-cti--presentacion-minciencias.pdf
- Ministerio de Minas y Energía - Unidad de Planeación Minero Energética. (JULIO de 2023). <https://www1.upme.gov.co>. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/siel/PIEC/2019-23/PIEC_2019-2023_VF.pdf
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (septiembre de 2022). <https://www.minenergia.gov.co>. Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/gobierno-petro-creg-y-empresas-llegan-a-un-acuerdo-para-la-reduccion-de-las-tarifas-de-energ%C3%ADa-el%C3%A9ctrica-en-el-pa%C3%ADs/>
- Ministerio de Minas y Energía. (19 de mayo de 2023). <https://twitter.com>. Obtenido de <https://twitter.com/minenergiaco/status/1659608591484043271?s=48>
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA. (julio de 2023). <https://www.minenergia.gov.co>. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/documents/10442/3_Escenarios_nacionales_TEJ_Rutas_que_nos_preparan_para_el_futuro.pdf
- Pascual, C. F. (2023). <https://www.dilemata.net>. ((.1-1. Dilemata, Ed.) Obtenido de <https://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/412000536>
- Pascual, C. F. (31 de enero de 2023). <https://www.dilemata.net>. Obtenido de <https://www.dilemata.net/revista/index.php/dilemata/article/view/412000536>
- Prabhakar, S., & Bandyopadhyay, S. (2023). Optimum integration of negative emission technologies for carbon-constrained energy sector planning. Journal of Cleaner Production.
- Presidencia de la República. (05 de mayo de 2023). <https://petro.presidencia.gov.co>. Obtenido de <https://petro.presidencia.gov.co/prensa/Paginas/Justicia-ambiental-y-justicia-social-del-Plan-de-Desarrollo-son-los-dos-grandes-pilares-para-que-Colombia-pueda-230505.aspx>
- Secretaria General del Senado. (31 de diciembre de 2023). <http://www.secretariasenado.gov.co>. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/constitucion_politica_1991.html
- Sokołowski, M. M. (2020). Renewable and citizen energy communities in the European Union: How (not) to regulate community energy in national laws and policies. Journal of Energy & Natural Resources Law.
- Y. Berrou, E. Soulier, P. Calvez, B. Birregah, P. Vidal, E. Dupont, . . . M. Guery. (2020). Smart City Development Strategy Profile: Use Case Modeling Based on Simplicial Complexes. ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences.



Valoración económica de los servicios ecosistémicos producto de compensaciones ambientales voluntarias por empresas del departamento del Quindío, Colombia

Economic valuation of ecosystem services resulting from voluntary environmental compensation by companies of the department of Quindío, Colombia



Luz Deisy Garcés Upegui
Magíster en auditoría internacional
SENA Regional Quindío
ldgarces@sena.edu.co



Claudia del Socorro Martínez Giraldo
Contadora Pública Magíster en administración
SENA Regional Quindío
smartinez@sena.edu.co



Jhon Faber Naranjo Pardo
Magíster en desarrollo sostenible y medio ambiente
SENA Regional Quindío
jfnaranjo@sena.edu.co



Esteban Gutiérrez Rodas
Ingeniero Agroindustrial
SENA Regional Quindío
degutierrez@sena.edu.co



Resumen

La investigación propicia escenarios de conservación ambiental a través de una plataforma sostenible, con el propósito de valorar económicamente los Servicios Ecosistémicos (SE) producto de compensaciones ambientales voluntarias a través de la implantación de las Herramientas del Manejo del Paisaje (HMP), contribuyendo a la toma de decisiones relacionadas con la asignación y prevención de los impactos antrópicos. El estudio contempla la definición de variables, elaboración de herramientas, matrices y análisis de resultados a través de software. Los SE de mayor importancia se encuentra el abastecimiento de agua, la regulación hídrica y la conectividad de parches boscosos, respecto a la percepción de los impactos sociales se resalta la equidad de género, la aplicación de prácticas ancestrales o tradicionales y la importancia de conservar la biodiversidad en los predios objeto de estudio, finalmente, establece una valoración económica a través de los métodos de valoración contingente y gastos de prevención, reforestación y remplazo.

Abstract

The research promotes environmental conservation scenarios through a sustainable platform, with the purpose of economically valuing Ecosystem Services (ES) as a result of voluntary environmental compensations through the implementation of Landscape Management Tools (HMP), contributing to the decision making related to the allocation and prevention of anthropogenic impacts. The study includes the definition of variables, development of tools, matrices and

analysis of results through software. The most important ES are water supply, water regulation and connectivity of forest patches. Regarding the perception of social impacts, gender equity, the application of ancestral or traditional practices and the importance of conserving the biodiversity in the properties under study, finally, establishes an economic valuation through contingent valuation methods and prevention, reforestation and replacement expenses.

Palabras claves: compensación ambiental, servicios ecosistémicos, valoración económica, impacto social.

Keywords: environmental compensation, ecosystem services, economic valuation, social impact.

Introducción

Durante las últimas décadas, muchas empresas alrededor del mundo han tenido que adaptar sus operaciones a una situación actual de mayor compromiso con el medio ambiente y la sociedad en su conjunto. La búsqueda de un beneficio económico ha tenido que ceder lugar al desarrollo de nuevos objetivos en el campo de la responsabilidad social, del cuidado del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales, pasa desde un enfoque estratégico netamente económico a uno cada vez más social y ambiental (Pérez Espinoza et al., 2016). La creciente demanda de recursos naturales necesarios para el desarrollo de actividades antrópicas conlleva cambios en el uso del suelo, deforestación de áreas boscosas, fragmentación de hábitats, y transformación de las condiciones y dinámicas del entorno, que con el tiempo han alterado la estructura, función y composición de los ecosistemas naturales (Castañeda, 2016).

Los SE, son definidos como los beneficios obtenidos desde la naturaleza que satisfacen las necesidades humanas (Millennium Ecosystem Assessment, 2005), así mismo, las cuencas hidrográficas proveen SE de gran valor para la sociedad, como la oferta de agua potable (servicios de provisión), control de la erosión del suelo (servicios de regulación), hábitat de vida silvestre (servicios de soporte) e identidad en el territorio (servicios culturales) (Smith, De Groot, & Bergkamp, 2006).

Los SE de aprovisionamiento provienen de la capacidad de los ecosistemas para proporcionar recursos utilizados, como insumos, materias primas, bienes de consumo directo, recursos genéticos.

En la categoría de los servicios de regulación, se encuentran aquellos que brindan soporte a la vida y a los procesos productivos, tales como la regulación hídrica y del clima. Finalmente, los servicios culturales son aquellos que se asocian con los valores religiosos, estéticos, investigativos e históricos, relativos a especies, paisajes, belleza escénica, uso potencial recreativo y ecoturístico. (Pardo Rozo, 2022).

Herramientas de Manejo del Paisaje (HMP) “son aquellos elementos del paisaje que recuperan o mejoran hábitat y la conectividad para la protección de servicios ambientales” (Fedepalma, 2018), estas se emplearon como estrategia de compensación voluntaria por parte de una iniciativa empresarial en zonas rurales del Departamento del Quindío. Los paisajes rurales son porciones de la superficie terrestre donde la matriz del paisaje la constituye un tipo particular de cobertura antrópica o un mosaico de sistemas productivos con características socioeconómicas y biológicas propias (Lozano – Zambrano, 2009).

Una de las mejores maneras de medir y transmitir la importancia de los activos ambientales sería, por tanto, determinar su valor de conformidad con los elementos de que se compone y los servicios que presta (Lio et al; 2010 tomado de Aznar – Estruch, 2015). El Ministerio del Ambiente de Colombia, en la Guía de Aplicación de Valoración Económica Ambiental (2018), define la valoración económica como la “asignación de valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales, independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo”. (Convención Ramsar, 1997).

Es importante tener en cuenta que el valor del que se habla no es un valor de mercado, ya que no existe y en ningún momento dicho activo va a ser objeto de una transacción. El valor económico de un activo ambiental hay que entenderlo como un indicador monetario del valor que la sociedad le otorga a dicho activo (Aznar – Estruch, 2015).

El objetivo del presente estudio es realizar una valoración económica de los servicios ecosistémicos producto de compensaciones ambientales voluntarias por empresas del departamento del Quindío por medio de la implementación de las HMP en zonas rurales de cinco municipios priorizados.

Metodología

El presente estudio es de tipo aplicada, con método inductivo y de enfoque mixto, se determinó

como población los predios rurales impactados con la implementación de las HMP como elemento de compensación ambiental voluntaria por empresas del departamento del Quindío.

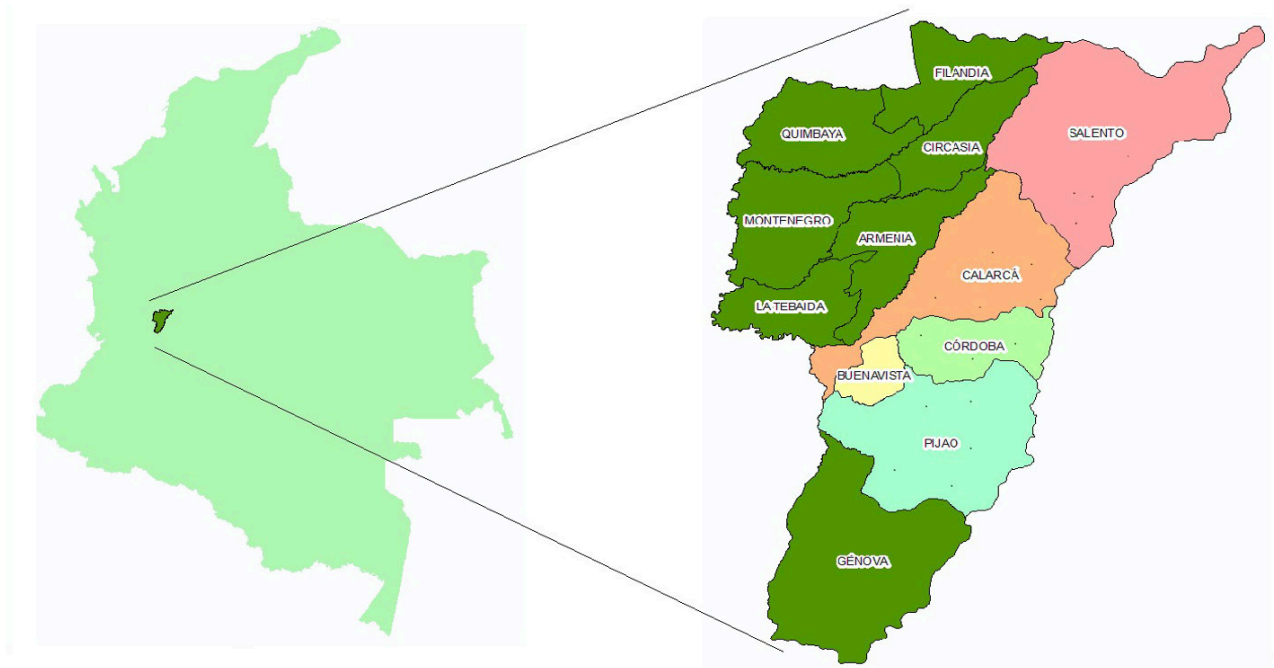
Criterios de selección: es importante mencionar que la implementación de las HMP se realizó en 66 predios, una vez aplicados los criterios de selección se determinó una población de 27, los criterios en mención se relacionan a continuación:

- Por lo menos un predio por municipio priorizado
- Predios con un área mayor o igual a 1,20 Ha de extensión.
- Predios con al menos 120 individuos vegetales sembrados como HMP.

Área de estudio: El trabajo se lleva a cabo en 27 fincas cafeteras ubicadas en zonas rurales de los municipios de Buenavista, Pijao, Córdoba, Salento y Calarcá en el departamento del Quindío, presentan una matriz de paisaje dominada por plantaciones agrícolas, especialmente café y plátano, así como pastos para ganadería, junto con elementos de bosque nativo, parches de guadua, *Guadua angustifolia* Kunth y plantaciones forestales. El departamento de Quindío se encuentra en la vertiente occidental de los Andes centrales de Colombia (4°04'-4°44'N y 75°52'-75°24'W), presenta un área de 196.183 ha, a una altitud comprendida entre 950 msnm., en la cuenca del río La Vieja; hasta 4.750 msnm, en el Paramillo del Quindío (Arbeláez-Cortés et al., 2011).

Figura 1

Localización de los predios objeto de estudio en área rural de los municipios de Buenavista, Pijao, Córdoba, Salento y Calarcá en el departamento del Quindío.



Fuente: Adaptación autor.

Para el desarrollo del trabajo se plantearon tres fases:

Fase 1. identificación de bienes y servicios ecosistémicos y estimación de sus niveles de importancia:

La presente fase, busca identificar y reconocer la importancia de los Servicios Ecosistémicos SE brindados por las áreas rurales donde se realizó la implementación de Herramientas del Manejo del Paisaje HMP, como elemento de Compensación Ambiental Voluntaria por parte de empresas quindianas.

Se implementó la metodología propuesta por Castañeda (2013), permitiendo valorar de manera subjetiva los SE en el área de interés, consta de una matriz de doble entrada que compila información sobre los tipos, funciones y el bienestar humano que estos proveen, en relación a los ecosistemas ubicados en las áreas priorizadas de los cinco municipios del departamento del Quindío.

Para efectos del presente trabajo, se realizaron ajustes parciales a los tipos de ecosistemas y coberturas propuestos por la metodología original (Tabla 1). Una vez determinadas las coberturas de los ecosistemas se establecieron los criterios de evaluación y su calificación (Tabla 2).

Para conocer la importancia de una cobertura perteneciente a un ecosistema, según al nivel de satisfacción y la atención de necesidades que brinda, se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$I = Co + Of + Pem + Per + NS \quad (1)$$

Donde: I = Importancia; Co = Cobertura; Of = Oferta; Pem = Permanencia; Per = Periodicidad; NS = Nivel de Satisfacción.

Tabla 1

Tipificación de los ecosistemas y coberturas en el área de estudio

Tabla 1. Tipificación de los ecosistemas y coberturas en el área de estudio		
Ecosistemas	COBERTURA	SÍMBOLO
Tipo I – Ecosistemas Transformados	I.A Cultivos Permanentes	CP
	I.B Pastos	P
Tipo II – Ecosistemas Naturales Terrestres	II.A Bosques	B
	II.B Vegetación Herbácea Y/O Arbustiva	VH/VA
	II.C Áreas Abiertas Sin O Con Poca Vegetación	AA/PV
Tipo III – Ecosistemas Naturales Acuáticos	III.A Aguas Continentales (Nacimientos, Afloramientos, Quebradas, Ríos, Entre Otros)	Ac

Fuente: Adaptación autor.

Tabla 2

Tipificación de los ecosistemas y coberturas en el área de estudio

Criterio	Descripción	Calificación	Valor
Cobertura (CO)	*Área hasta donde se puede extender el beneficio humano obtenido por el servicio que suministra un ecosistema específico.		
	Puntual: cuando el beneficio se halla muy localizado, y no va más allá del área donde se produce.	Puntual	1
	Local: cuando el beneficio se extiende más allá de donde se genera.	Local	5
	Regional: cuando el beneficio obtenido se traslada a otras poblaciones adyacentes.	Regional	10
Oferta (OF)	*Cantidad de elementos benéficos para el humano provenientes de un ecosistema, y que son empleados conforme a la función que cumple y el servicio que provee.		
	Baja: cuando los elementos benéficos tienden a ser homogéneos, reduciendo el nivel de oferta.	Baja	1
	Media: cuando se encuentran diferencias entre uno y otro elemento, y el nivel de oferta se regula.	Media	5
	Alta: cuando existe heterogeneidad entre los elementos, lo que amplía la oferta del ecosistema	Alta	10
Permanencia (pem)	*Tiempo en el que permanecerá el efecto del beneficio obtenido por un ecoservicio.		
	Corto plazo: cuando el beneficio transcurre en un tiempo inferior a 1 año.	Corto plazo (< 1 año)	1
	Mediano plazo: cuando el beneficio se presenta en un periodo de tiempo de 1 a 5 años.	Mediano plazo (1-5 años)	5
	Largo plazo: cuando el beneficio permanece por más de 10 años.	Largo plazo (> 10 años)	10
Periodicidad (per)	*Regularidad con la que se manifiesta el beneficio percibido por el servicio que proporciona un ecosistema.		
	Periódico: cuando la manifestación del beneficio es de forma recurrente o cíclica.	Periódico	1
	Discontinuo: cuando el beneficio se presenta de manera irregular o impredecible.	Discontinuo	5
	Continuo: cuando el beneficio se manifiesta constante en el tiempo.	Continuo	10

Nivel de satisfacción (ns)	Continuo: cuando el beneficio se manifiesta constante en el tiempo.	Continuo	10
	*Grado en que se suple una necesidad humana a través del bienestar propiciado por un eco-servicio.		
	Nulo: cuando no se cubre ninguna de las necesidades requeridas por un grupo social o individuo.	Nula	1
	Parcial: cuando las necesidades humanas no son cubiertas en su totalidad, pero se trabaja en las más prioritarias.	Parcial	5
	Total: cuando se cubre la totalidad de las necesidades manifestadas por una comunidad o individuo.	Total	10

Fuente: Adapatación autor.

Finalmente se evalúa la interacción de las diferentes coberturas de los predios objeto de estudio y los servicios provistos por los ecosistemas rurales presentes en los mismos y que fueron intervenidos con las HMP como elemento de compensación ambiental voluntaria, se determina la importancia de los SE de cada una de las coberturas, los cuales se clasificaron por su calidad de acuerdo con las categorías que se indican en la Tabla 3. De esta manera, mediante la sumatoria de los valores asignados se determina su importancia.

Tabla 3

La importancia de los servicios ecosistémicos conforme al bienestar humano y ambiental que proveen

IMPORTANCIA	VALOR
Irrelevante	1 – 14,99
Moderado	15 - 29,99
Importante	30 - 49,99
Muy Importante	> 50

Fuente: Adapatación autor.

Fase 2. Valor E Impacto Sociocultural (Percepción Social):

Según Liberta Bonilla, citando a Guzmán M, el impacto social se define como: “los resultados finales (impactos) son resultados al nivel de propósito o fin del programa. Implican un mejoramiento significativo y, en algunos casos, perdurable o sustentable en el tiempo, en alguna de las condiciones o características de la población objetivo y que se plantearon como esenciales en la definición del problema que dio origen al programa. Un resultado final suele expresarse como un beneficio a mediano y largo plazo obtenido por la población atendida”.

En el documento “Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales en América Latina y el Caribe”, se indica que no es común la

identificación de los impactos socioeconómicos como resultado de los procesos de reforestación ; sin embargo, tal y como lo expresa el libro “Monitoreo a procesos de restauración ecológica aplicado a ecosistemas terrestres”, “en muchas sociedades, y particularmente en los países menos desarrollados, los factores de tipo social y cultural determinan el éxito de la restauración en mayor medida que los factores biofísicos. Un metaanálisis de 89 evaluaciones de proyectos de restauración que fueron llevados a cabo en una amplia gama de ecosistemas en todo el mundo mostró que el mayor impacto de la restauración se ha logrado en los ecosistemas terrestres tropicales (Rey Benayas et al. 2009). Este hecho sugiere que la restauración tiene un potencial significativo para mejorar los medios de vida de las comunidades humanas en las regiones de más alta biodiversidad” .

Para identificar los impactos de un proyecto y con miras a que la restauración ecológica vista desde los procesos de compensación ambiental voluntaria por medio de la implementación de las HMP llegue a ser percibida como clave para el desarrollo social, económico, cultural y ambiental, es necesario

evaluar los resultados de la misma, para ello, se deben establecer criterios (objetivo a alcanzar), indicadores (medida cualitativa) y cuantificadores (medida cuantitativa) que permitan documentar los cambios en una condición específica según lo siguiente:

Tabla 4
Criterios, indicadores, cuantificadores y determinación de impactos desde las percepciones de los beneficiarios.

CRITERIO	INDICADOR	CUANTIFICADOR	IMPACTO
Participación comunitaria	Beneficiarios del proyecto	Número de beneficiarios directos de la implementación del proyecto. Número de beneficiarios indirectos de la implementación del proyecto.	SOCIAL
	Reposición y/o Incremento de individuos de las especies sembradas como HMP	Número de individuos adquiridos por el propietario de las especies sembradas como HMP Número de individuos recibidos de instituciones u organizaciones de las especies sembradas como HMP	SOCIAL - AMBIENTAL - ECONÓMICO
	Transmisión de conocimiento ancestral o tradicional	Número de beneficiarios que aplica conocimiento ancestral o tradicional de la comunidad en la siembra o mantenimiento de las HMP	SOCIAL - CULTURAL
Fortalecimiento de capacidades	Participación de los jóvenes en el proyecto	Número de jóvenes que participan en el proyecto	SOCIAL - CULTURAL
Calidad de vida	Generación de empleo	Número de jornales o empleos generados en la reposición y/o mantenimiento de las HMP)	SOCIAL-ECONÓMICO
	Eficiencia energética	Número de hogares con consumo de leña Número de hogares con consumo de gas propano Número de hogares con sistemas ecoeficientes	SOCIAL-ECONÓMICO
		Acceso a la salud	Número de hogares con acceso a la salud Número de hogares que usan medicina verde o tradicional
Sostenibilidad comunitaria	Generación de oportunidades de negocio	Tamaño de las áreas destinadas a turismo de naturaleza, investigación y educación ambiental Número de visitas Valor nuevos ingresos producto de la actividad	SOCIAL-ECONÓMICO
Servicios ecosistémicos	Disponibilidad de agua	Número de beneficiarios que reciben agua	SOCIAL-AMBIENTAL

	Deslizamientos	Número de deslizamientos en época de lluvias	SOCIAL-AMBIENTAL
		Inversiones adicionales para gestionar los deslizamientos	
	Inundaciones	Áreas inundadas en época de lluvias	
		Inversiones adicionales para gestionar las áreas inundaciones	SOCIAL-AMBIENTAL
Servicios ecosistémicos (Culturales, recreativos, espirituales y de ocio)	Áreas destinadas a usos culturales, recreativos, espirituales y de ocio	Tamaño de las áreas destinadas a usos culturales, recreativos, espirituales y de ocio	CULTURAL-ECONÓMICO
		Número de visitas	
		Valor nuevos ingresos producto de la actividad	
Biodiversidad	Conservación de la biodiversidad	Número de beneficiarios que considera importante conservar la biodiversidad	SOCIAL - AMBIENTAL
		Número de beneficiarios que consideran que las HMP instaladas en el predio atraen más BIOFAUNA	
		Número de beneficiarios que considera que la BIOFAUNA atraída por las HMP tiene un impacto positivo	

Fuente: Adapatación autor.

Instrumentos De Recolección Y Medición

Se definió y diseñó como instrumento de recolección de información la entrevista, específicamente la entrevista semiestructurada; para Sampiere, citando a Ryen, 2013, indica que éstas se basan en una guía de asuntos o preguntas y el entrevistador tiene la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información.

Análisis Estadístico Y Procesamiento De Datos

El objetivo del procesamiento de los datos es realizar un análisis estadístico de los mismos, que se obtienen a través de la aplicación de entrevista semiestructurada a los beneficiarios; para el análisis se consideran tres categorías: sociocultural, económica y ambiental; lo anterior,

mediante criterios, indicadores y cuantificadores. “Los procesos de recolección, organización, presentación, procesamiento, análisis e interpretación de datos numéricos, son aspectos fundamentales en el desarrollo de un estudio o una investigación, considerando que generalmente en estos últimos, los datos son la herramienta básica para la consolidación de las mismas y la toma de decisiones”. (Vargas Franco, 2007)

Para llevar a cabo el análisis estadístico, inicialmente se definen las variables que integraran el instrumento de recolección de datos las cuales son de tipo cuantitativas y cualitativas, seguidamente se digitaliza en el programa Excel la información obtenida de los beneficiarios en cada uno de los predios a quienes se les aplicó la “entrevista semiestructurada”, posteriormente se realizará un análisis de los conglomerados descriptivos e inferenciales mediante el software Statgraphics versión 16.2.04, el cual calcula a través algoritmos matemáticos las variables de

tendencia central y medidas de variabilidad, además de correlacionar variables mediante el modelo matemático de Esperman y Pearson ;finalmente el análisis grafico se ejecutará con el software power bi.

Los métodos estadísticos para el análisis de los datos son descriptivo e inferencial y el procesamiento se realiza de la siguiente manera:

Tabla 5
Métodos de análisis estadístico

Métodos de Análisis	Procesamiento de datos	Finalidad del Análisis
Software	STATGRAPHICS	Calculo por algoritmo
Estadística Descriptiva	Medidas de tendencia central:	Método para caracterizar grupos de datos conocidos para examinar tendencias.
	Media	
	Mediana	
	Moda	
	Medidas de variabilidad:	
	Varianza	
	Desviación estándar	
Estadística Inferenciales	Rango	Examinar variables asociadas, predecir variables a partir de las que contiene el instrumento de recolección de datos.
	Frecuencia	
	Análisis de varianza	
Gráficos	Correlación	Representación grafica
	Excel, POWER Bi	

Fuente: Elaboración propia

Fase 3. Valoración económica:

El Ministerio del Ambiente de Colombia, en la Guía de Aplicación de Valoración Económica Ambiental (2018), define la valoración económica como la “asignación de valores cuantitativos a los bienes y servicios proporcionados por recursos naturales, independientemente de si existen o no precios de mercado que ayuden a hacerlo”. (Convención Ramsar, 1997).

El Valor Económico Total (VET) está contemplado como “el valor procedente de la

satisfacción individual obtenida por una persona al percibir utilidad de los ecosistemas. Es una expresión monetaria de los beneficios que los ecosistemas generan a la sociedad. Este concepto incluye el valor monetario asociado con el uso real e in situ de un servicio de los ecosistemas (valor de uso) y el valor derivado de la satisfacción de conocer que una especie o ecosistema existe o de que generaciones futuras puedan disfrutar de cualquiera de los servicios de los ecosistemas (valor de no uso). (Martín-López et ál., 2012)

Métodos de valoración

Los métodos de valoración económica ambiental se pueden clasificar en dos grandes grupos:

1) las basadas en preferencias reveladas, que identifican los valores a través de información de mercados relacionados indirectamente con los servicios ecosistémicos y; 2) las de preferencias declaradas, que acuden a interacciones directas con las personas para obtener el valor económico de los servicios ecosistémicos.

De acuerdo con el análisis realizado respecto a los SE identificados y priorizados, para efectos del presente estudio se determinaron dos métodos de valoración, con el propósito de determinar los costos incurridos en los procesos de Prevención, Reforestación y Reemplazo de las HMP y la Valoración Contingente para la estimación de la Disposición a Pagar (DAP) o Disposición a Aceptar (DAC) (que realiza una aproximación al valor económico), estas se establecen a partir de mercados alternativos o indirectos.

Método basado en gastos actuales o potenciales

Gastos de Prevención, Restauración y Reemplazo: Este método parte del supuesto de que es posible medir los gastos incurridos para prevenir, reponer o reemplazar los daños en activos generados por las actividades antrópicas. En este sentido, con base en la información recopilada en los predios por medio de encuesta, se determinó el valor económico de lo que costaría reforestar el área que generó dichos SE.

Método de valoración contingente:

(VC): Su aporte está dado en la estimación de cambios en el bienestar de las personas producto de cambios hipotéticos (contingentes) en un recurso natural o SE, mediante el uso de preguntas directas sobre su disponibilidad a pagar por evitar un cambio que las beneficie, o su disponibilidad a aceptar un cambio que las perjudique. (MINAMBIENTE, 2018); su aplicación se logra de manera directa a partir de lo que expresan los encuestados de la DAP, que para el desarrollo del proyecto fue realizado por empresarios con incidencia directa en los procesos de compensación ambiental voluntaria, entidades gubernamentales, académicos y comunidad en general.

La VC se realizó al contar con la información expresada por las 34 empresas que conforman la Corporación Quindío Competitivo a través de un taller de percepción en el cual se establecieron y definieron unas variables a valorar, las cuales fueron procesadas a través del software MICMAC para determinar el mapa de influencias y dependencias directa e indirecta de cada una de ellas y así estimar el valor que estarían dispuestos a invertir los empresarios en la conservación y generación de los SE en el área de estudio, lo que se asume como el valor económico total.

Resultados parciales

Fase 1. Identificación de bienes y servicios ecosistémicos y estimación de sus niveles de importancia:

A través de la matriz de evaluación se obtuvo el nivel de importancia de los tipos de ecosistemas presentes en el área de estudio, por sumatoria de los valores de los criterios que definen los diferentes SE y funciones incluidas. Se observa que algunas se destacan favorablemente frente a otras, no obstante, el ecosistema bosque es de gran importancia para la sostenibilidad del SE “abastecimiento de agua”, lo anterior se puede relacionar con la importancia de los drenajes hídricos presentes en los predios para garantizar la disponibilidad del recurso.

A pesar de que los predios objeto de estudio se encuentran dentro de zonas de interés patrimonial por ser parte del Paisaje Cultural Cafetero de Colombia PCCC, se percibe que los ecosistemas asociados a la identidad, legado cultural y sentido de pertenencia de una región son considerados irrelevantes.

Se evidencia que la cobertura bosque puede ser irrelevante en relación a las actividades productivas agrícolas, dado que la actividad económica principal de estos predios es el cultivo de café y plátano, a pesar de que la implementación de vegetación en sistemas agroforestales ofrece múltiples bondades, no sólo al ambiente sino también al productor, puesto que protegen al suelo de la erosión y adicionan materia orgánica, proveen de alimento y sombra para los animales todo el año, y mantienen una alta biodiversidad (Sánchez, 1995). Con respecto a los ecosistemas para prevención de riesgos (mecanismos de respuesta a eventos naturales extremos) se determinó que el control de inundaciones y deslizamientos es irrelevante,

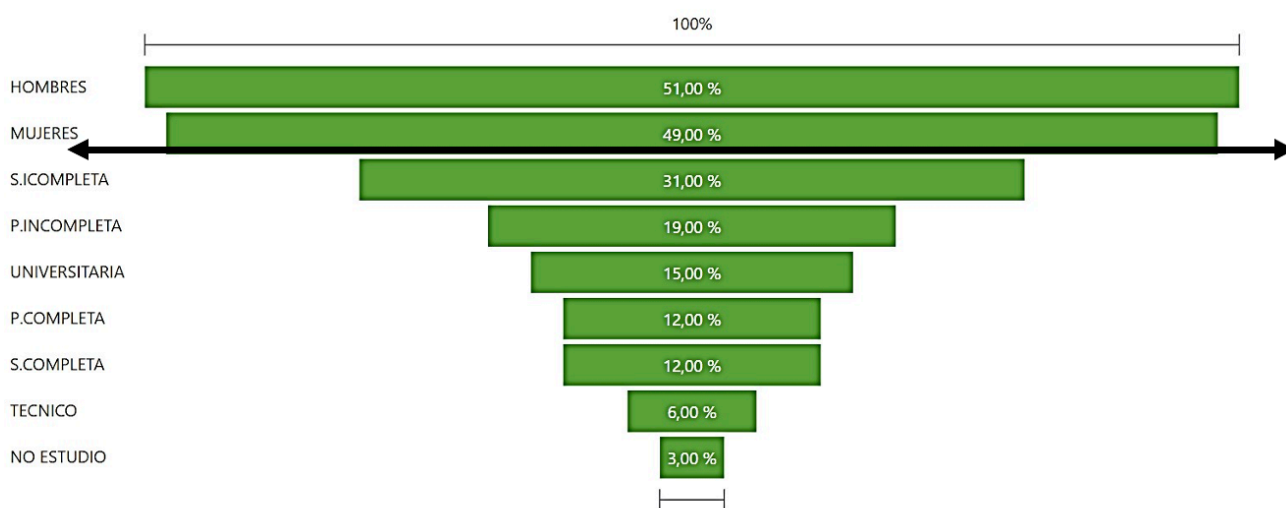
la topografía de los municipios objeto de estudio es bastante heterogénea, lo que explica que este tipo de situaciones no se presentan normalmente.

La importancia de los ecosistemas para el equilibrio ecológico es quizá de los elementos

mejores valorados con respecto al mantenimiento de la biodiversidad en este tipo de zonas, si bien algunos organismos pueden llegar a afectar el desarrollo de algunos cultivos, son percibidos de buena manera por los beneficiarios de las siembras de las HMP.

Fase 2. Valor e impacto sociocultural (percepción social):

Gráfico 1
Resultados descriptivos parciales pilar social



Fuente: Elaboración propia

Habiendo aplicado el instrumento de recolección de datos (entrevista semiestructurada) al 70% de los beneficiarios directos que conforman la unidad de observación de esta investigación se identifica que el 51% son hombre y el 49% mujeres, que entre estos beneficiarios se encuentran 15 menores de edad; así mismo, se estableció que el nivel de escolaridad de los beneficiarios directos se distribuye de la siguiente manera: 31% con secundaria incompleta, 19% con primaria incompleta, el 15% tiene formación universitaria, 12% primaria completa, 12% secundaria completa, 6% cuenta con formación técnica o tecnológica y un 3% no adelantó ningún estudio; de otra parte, se pudo establecer que el 18% de los beneficiarios directos cuentan con condición de desplazamiento y ninguno presenta algún tipo de discapacidad.

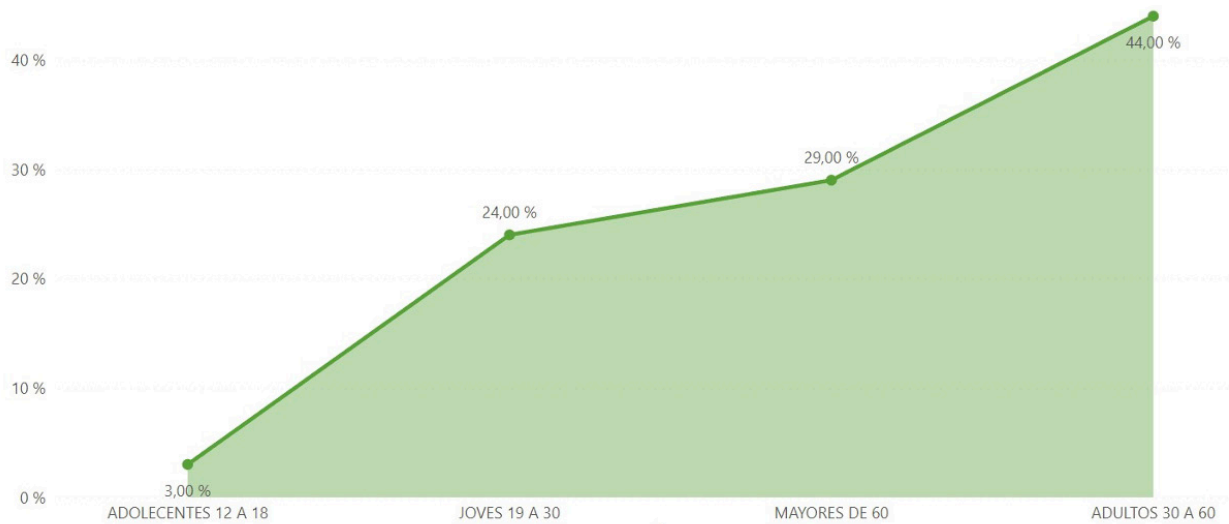
El 4% de los beneficiarios ha adquirido nuevos individuos de las especies sembradas para la reposición o incremento de las HMP y el 79 % manifiesta que el predio no ha sido beneficiado

por alguna otra institución u organización para incrementar o reponer el número de individuos sembrados como HMP. El 100% de los beneficiarios indica que durante el mantenimiento o reposición de los individuos aplica al menos una de las siguientes prácticas ancestrales o tradicionales (Siembra sobre ladera, Rotación de cultivos, Cultivos múltiples, Cabañuelas o almanaque Bristol, calendario lunar, Preparados caseros para abono, fertilizantes o manejo de plagas) .

De otra parte, se estableció, que de las personas que han participado en la reposición o mantenimiento de las HMP el 44% son adultos entre los 30 y 60 años, el 29% adultos mayores (más de 60 años), el 24% jóvenes de 19 a 30 años y el 3% restante adolescentes entre los 12 y 18 años como se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico 2

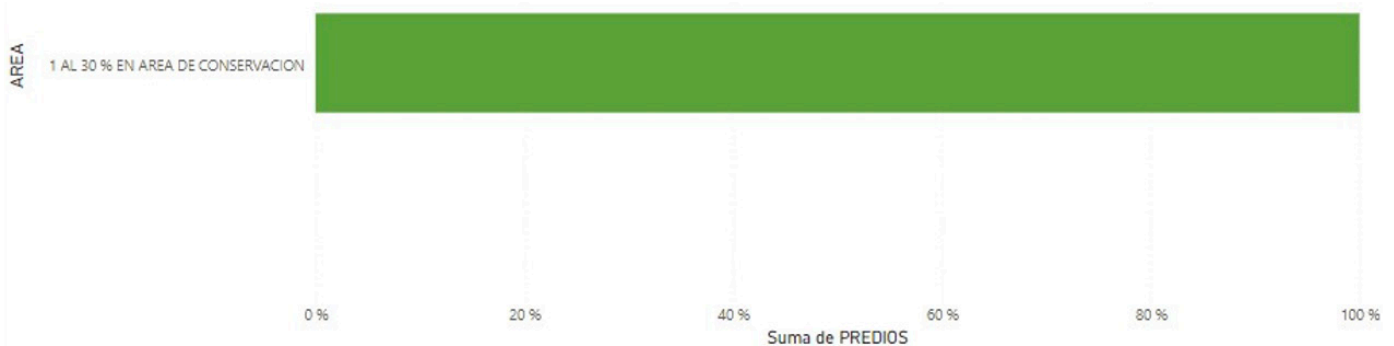
Participación en la reposición o mantenimiento de las HMP



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 3

Área de los predios dedicada a la conservación y restauración ecológica



Fuente: Elaboración propia

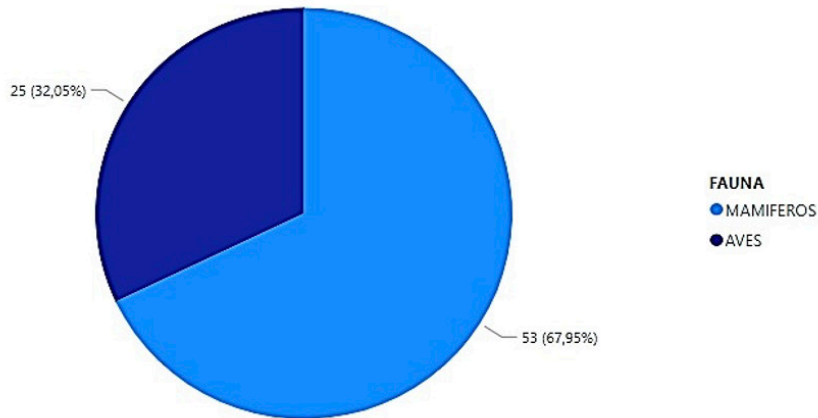
El 100% de los beneficiarios destinan entre 1 y el 30% del área de su predio a la conservación y restauración ecológica, el 26% ha recibido visitantes de interesados en el turismo de naturaleza, investigación o educación ambiental, generando ingresos por esta actividad solo al 2% de ellos.

El 37% de los beneficiarios toma el agua directamente de la fuente (rio, quebrada, manantial) y el 26% está dispuesto a aumentar las áreas de siembra de las HMP en las riberas de las fuentes hídricas asociadas al predio.

Por último, se observa que el 100% de los beneficiarios directos considera que es importante conservar la biodiversidad en el predio (animales, plantas, hongos, entre otros), el 90% cree que las HMP instaladas en el predio atraen más biofauna (animales) a la zona, de los cuales el 95% sienten que esta biofauna tiene un impacto positivo o beneficio en el predio.

Gráfico 4
Especies atraídas a los predios por la implementación de las HMP

FAUNA ATRAIDA HMP



Fuente: Elaboración propia

Fase 3. Valoración económica:

Gastos de prevención, restauración y reemplazo:

Para determinarlos fue necesario establecer los costos incurridos en los procesos de siembra, reforestación y mantenimiento; por eso se toman

los precios declarados por los informantes para el cálculo del costo de reforestación por Ha. Es de aclarar que es importante establecer valores unitarios en cada una de las actividades y tareas del campo desarrolladas con las HMP; en este caso, no fue posible identificar en forma individual los costos asociados a cada actividad; razón por la cual se agrupo en un costo global.

Gráfico 5
Registro de Gastos de siembra, restauración y mantenimiento.

Actividad	Unidad	2022	Total
			Mes
1. Costos Operacionales			
1.1. Mano De Obra			
2.1. Administración Finca	Global	1.800.000	1.800.000
Jornalero X Día (Promedio)	40.000		0
No. Prom Horas Utilizadas X Actividad En Hmp	10	52.301	52.301
Preparación Del Terreno			
Plateo, Hoyado Y Siembra			
Trazado			
Hoyado			
Transporte Árboles (Interno)			
Plantación (Siembra)			
Aplicación Fertilizante			
Fertilización Y Mantenimiento			
Replante			
Limpias			
Mantenimiento Caminos			

Protección Incendios - Calles			
Cercos			
Podas			
Aprovechamiento Final (Tala Rasa) -			
Subtotal Mano De Obra *		1.852.301	1.852.301
1.2. Materiales E Insumos -			
Plántulas O Individuos	Unidad.	14.061	14.061
Fertilizante Calfos	Kg.	19.000	19.000
Fertilizante Npk	Kg.	10.900	10.900
Bórax	Kg.	28.200	28.200
Insecticidas	Lt.	35.000	35.000
Herramientas	Global	150.000	150.000
Subtotal Insumos		257.161	257.161
Subtotal Costos Operacionales		2.109.461	2.109.461
<u>Total</u> Costos Operacionales Mes		2.109.461	2.109.461
Costo Total 75,61 Ha Reforestadas		159.496.376	159.496.376
Costo Total 101,9 Ha Reforestadas		214.954.116	214.954.116

Fuente: Elaboración propia

Gráfico 6

Registro de Gastos de siembra, restauración y mantenimiento

Aproximación De Costos De Plantaciones Por Hectárea			
Subtotal Costos Operacionales		2.109.461	2.109.461
Total, Costos Operacionales Mes X Ha.		2.109.461	2.109.461
Costo Total 75,61 Ha Reforestadas		159.496.376	159.496.376
Costo Total 101,9 Ha Reforestadas Al 2022		214.954.116	214.954.116
Costo Plantación Y Mantenimiento Año 2019 Aporte Empresarios			151.797.238
Ahorro Por Compensación Voluntaria Al 2022			63.156.878
* Engloba Todo Lo Que Significa En El Sitio			

Gráfico 7

Cuadro Comparativo Gastos de Prevención, Restauración y Reemplazo. Costos Históricos (2017-2019) / (2022)

Tipo Población	Población/ Predios	No. Ha	Vr. x Hectárea	Vr. Total, Hectáreas	Año
Total	66	101,9	\$ 1.489.669,00	\$ 151.797.238,00	2017-2019
Total	66	101,9	\$ 2.109.461,00	\$ 214.954.076,00	2022
Ahorro por compensación voluntaria				\$ 63.156.838,00	
Unidad de observación	27	75,61	\$ 1.489.669,00	\$ 112.633.849,00	2017-2019
Unidad de observación	27	75,61	\$ 2.109.461,00	\$ 159.496.376,00	2022
Ahorro por compensación voluntaria				\$ 46.862.527,00	

Fuente: Elaboración propia

Valoración contingente:

se realizó el taller de percepción con empresarios en donde se desarrolló la matriz de identificación de impactos ambientales en los procesos de compensación de las empresas del Quindío, previamente se establecieron y definieron las variables a valorar y los resultados fueron procesados a través del software MICMAC.

Listado de variables

1. Aumento de la cobertura arbórea (SERACV)
2. Generación de sombra (SERGS)
3. Protección del suelo (SERPS)
4. Protección de cuencas hidrográficas (SERPCH)
5. Generación de recursos alimenticios para aves y otra fauna (SEPRAF)
6. Provisión de leña para consumo humano (SEPLCH)
7. Recarga de acuíferos y nacimientos de agua (SEPRANA)
8. Rehabilitación ecológica (FYFRE)
9. Restablecimiento de corredores biológicos (FYFCB)
10. Atracción nuevas especies de fauna (FYFANE)
11. Interés por incrementar las especies sembradas (SCIES)
12. Calidad de vida (SCCV)
13. Desconocimiento de los valores ambientales y de biodiversidad. (SCDVAB)
14. Generación temporal de empleo (SCGTE)
15. Modificación del paisaje (SCMP)
16. Oportunidades de Investigación (SCOI)
17. Transmisión del conocimiento ancestral (SCTCA)
18. Variación en los costos de reposición de las HMP (EVCR)
19. Incremento en los Costos de insumos para el mantenimiento de las HMP (EICM)

20. Variaciones en los costos de personal para el manejo de las HMP (EVCP)

21. Estimación de costos para el mantenimiento y reposición de las HMP en su ciclo de vida (EECP)

22. Percepción de beneficios económicos por servicios ecoturísticos a futuro (EPBEF)

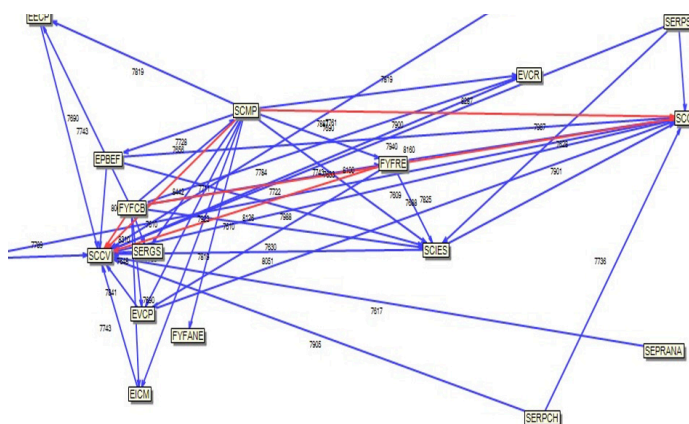
Figura 2. MICMAC Matriz Identificación

	1: SERACV	2: SERGS	3: SERPS	4: SERPCH	5: SEPRAF	6: SEPLCH	7: SEPRANA	8: FYFRE	9: FYFCB	10: FYFANE	11: SCIES	12: SCCV	13: SCDVAB	14: SCGTE	15: SCMP	16: SCOI	17: SCTCA	18: EVCR	19: EICM	20: EVCP	21: EECP	22: EPBEF
1: SERACV	0	3	2	3	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	2	3	3	3	3	3
2: SERGS	3	0	2	3	2	2	3	3	3	3	2	3	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3
3: SERPS	3	3	0	3	2	2	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3
4: SERPCH	3	3	3	0	1	3	3	3	3	3	3	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3	3
5: SEPRAF	3	3	2	3	0	2	3	3	3	3	2	3	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3
6: SEPLCH	1	2	1	1	2	0	1	1	1	1	2	2	1	2	2	3	2	3	3	3	3	3
7: SEPRANA	3	3	1	3	1	3	0	3	3	3	3	3	1	1	3	3	2	3	3	3	3	3
8: FYFRE	3	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3
9: FYFCB	3	3	3	3	3	1	3	0	3	3	3	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3
10: FYFANE	2	2	2	2	1	1	2	3	0	3	3	1	2	3	3	3	1	1	1	1	1	3
11: SCIES	3	3	3	3	3	1	3	3	3	0	3	1	2	3	3	3	3	3	3	3	3	2
12: SCCV	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
13: SCDVAB	3	3	3	3	3	1	2	3	3	3	2	0	1	2	2	3	1	1	1	1	1	2
14: SCGTE	2	2	2	2	1	2	2	2	3	3	2	0	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3
15: SCMP	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3
16: SCOI	2	2	3	3	2	1	2	3	3	3	3	2	2	0	3	3	3	3	3	3	3	3
17: SCTCA	2	2	2	2	1	2	2	2	2	3	3	2	2	3	0	2	2	2	2	2	2	2
18: EVCR	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	1	0	3	3	3	2
19: EICM	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	3	1	3	0	3	3	2	2
20: EVCP	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	1	3	3	3	3	0	2
21: EECP	3	3	3	2	3	3	2	3	2	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	0	2
22: EPBEF	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0

Fuente: Elaboración propia

Los empresarios califican las influencias de 0 a 3, con la posibilidad de señalar las influencias potenciales. 0: Sin influencia ,1: Débil, 2: Media, 3: Fuerte.

Figura 3
Mapa de Influencias y Dependencias Directa e Indirecta



Fuente: Elaboración propia, reporte software Micmac.

De acuerdo con la gráfica casi todas las variables inciden o tienen influencia significativa en el componente sociocultural variable Calidad de Vida. SCCV.

Las Variables con mayor influencia y dependencia tanto directa como indirecta son: A nivel de Dependencia Directa: Calidad de vida SCCV: depende de las variables:

SCMP: Modificación del paisaje, FYFCB: Establecimiento de corredores biológicos y FYFRE: Restauración ecológica.

En las Variables Indirectas, las que más presentan relevancia son:

EVCR: Variación en los costos de reposición de las HMP, SCOI: Oportunidades de Investigación, SCIES: Interés por incrementar las especies sembradas.

Modalidad Encuesta: Este instrumento se elaboró teniendo en cuenta la información general de la organización, aspectos ambientales, servicios ecosistémicos identificados por las organizaciones e información sobre el DAP.

Gráfico 8
Promedio anual DAP por empresas y personas

PROMEDIO ANUAL DAP POR EMPRESAS	\$ 10.350.000,00
PROMEDIO ANUAL DAP POR PERSONAS	\$ 325.000,00

Fuente: Elaboración propia

Con los resultados obtenidos sobre el cálculo del DAP por empresa, se extrapola a la población total de empresas adscritas a la Corporación Quindío Competitivo, arrojando el siguiente resultado:

Gráfico 9
Valoración Contingente- Cálculo de la (DAP) Total de las empresas de la CQC

No. EMPRESAS ADSCRITAS A LA CQC.	VR. DAP X EMPRESA	TOTAL, DAP ANUAL EMPRESAS
34	\$ 10.350.000	\$ 351.900.000

Fuente: Elaboración propia

Referencias bibliográficas

- ACIMED, 15(3), 0-0.
- Aguilar-Garavito, M., & Ramírez, W. (s. f.). Monitoreo a procesos de restauración ecológica.
- Bonilla, L., & Esther, B. (2007). Impacto, impacto social y evaluación del impacto.
- Camacho, A. C. C. (s. f.). DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA PARA EVALUAR EL ESTADO DE LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS.
- Ceccon, E., & Pérez, D. R. (s. f.). Más allá de la ecología de la restauración: Universitat Politècnica de València, Aznar Bellver, J., Estruch Guitart, A. V., & Universitat Politècnica de València. (2022). Valoración de activos ambientales: Teoría y casos (1.a ed.). Editorial Universitat Politècnica de València.
- Día Mundial de los Humedales 1997 | The Convention on Wetlands, La Convención sobre los Humedales. (s. f.). Recuperado 22 de agosto de 2023, de <https://www.ramsar.org/es/dia-mundial-de-los-humedales-1997> Document.439.aspx.pdf. (s. f.). Recuperado 22 de agosto de 2023, de <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.439.aspx.pdf> Guía_de_aplicación_de_la_VEA_Comprimida.pdf. (s. f.). Recuperado 22 de agosto de 2023, de https://archivo.minambiente.gov.co/images/NegociosVerdesysostenible/pdf/valoracion_economica_ambiental/Gu%C3%ADa_de_aplicaci%C3%B3n_de_la_VEA_Comprimida.pdf
- Editora Viviana Vargas Franco. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/52004>
- Fedepalma [Colombia, F. N. de C. de P. de A. (2018). Herramientas de manejo del paisaje - HMP: Estrategia de conservación de biodiversidad en cultivos de palma de aceite. <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107671>
- Hernandez, Fernandez y Baptista- Metodología Investigación Científica 6ta ed.pdf. (s. f.). Recuperado 22 de agosto de 2023, de <https://www.esup.edu.pe/wpcontent/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf>
- Lozano-Zambrano, F. H., Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, & Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (Cundinamarca, Colombia) (Eds.). (2010). Herramientas de manejo para la conservación de biodiversidad en paisajes rurales. Instituto Humboldt: CAR.
- Marín-Gómez, O. H., & Álvarez Rodas, L. (2014). LAS GESNERIÁCEAS DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO, COLOMBIA. Acta Biológica Colombiana, 20(2). <https://doi.org/10.15446/abc.v20n2.43654>
- Martín-López, B., González, J. A., Vilardy Quiroga, S. P., Montes, C., García-Llorente, M., Palomo, I., & Agudelo, M. (2012). Ciencias de la sostenibilidad. Guía docente. Universidad del Magdalena, Instituto Humboldt, Universidad Autónoma de Madrid. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32937>
- Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Recuperado 22 de agosto de 2023, de <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/335/1/avt0416.pdf>
- PAGO: Establecimiento de pagos por servicios de cuencas | UICN. (2006, diciembre 31). <https://www.iucn.org/content/paying-establishing-payments-watershed-services>
- Pardo-Rozo, Y. Y. (2022). Valoración del servicio ecosistémico regulación hídrica en el Piedemonte Amazónico, Caquetá, Colombia. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica, 25(1). <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n1.2022.1608>
- Pérez Espinoza, M. J., Espinoza Carrión, C., & Peralta Mocha, B. (2016). LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL Y SU ENFOQUE AMBIENTAL: UNA VISIÓN SOSTENIBLE A FUTURO. Revista Universidad y Sociedad, 8(3), 169-178.
- Pérez Espinoza, M. J., Espinoza Carrión, C., & Peralta Mocha, B. (2016). LA RESPONSABILIDAD SOCIAL EMPRESARIAL Y SU ENFOQUE AMBIENTAL: UNA VISIÓN SOSTENIBLE A FUTURO. Revista Universidad y Sociedad, 8(3), 169-178. <https://doi.org/10.4995/REA.2022.605703>
- Sanchez, P. A. (1995). Science in agroforestry. Agroforestry Systems, 30(1), 5-55. <https://doi.org/10.1007/BF00708912>
- Vargas Franco, V. (2007). Estadística descriptiva para ingeniería ambiental con SPSS.



Sistema de monitoreo de variables esenciales en una colmena de Abejas Melíferas

Monitoring system for essential variables in a Honey Bee hive



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación

Luis Hernando Ríos G.
U.T.P. Grupo de Investigación en electrónica
lhgonza@utp.edu.co



Jose Alexander Agudelo G.
U.T.P. Grupo de Investigación en electrónica
alex012186@gmail.com



Alfonso Alzate G.
U.T.P. Grupo de Investigación en electrónica
alalzate@utp.edu.co



Andres escobar M.
U.T.P. Grupo de Investigación en electrónica
andreses@utp.edu.co



Resumen

En los actuales momentos el proceso de recolección de miel y sus derivados es realizado de manera empírica, basados en las experiencias adquiridas y transferidas de generación en generación. Las colmenas y su población se desarrollan de manera no supervisada, ocasionando en muchas situaciones no saber del estado del apiario, ya que el monitoreo de las variables esenciales de la colmena se hace de manera manual lo que conlleva a una toma imprecisa de datos la cual no es en tiempo real y esto puede generar situaciones críticas como la identificación temprana de enfermedades, infestaciones de plagas, desequilibrios en el ambiente de la colmena o cambios en la producción de miel. La falta de información oportuna y precisa puede tener un impacto negativo en la salud de las abejas y en la calidad y cantidad de miel producida. La salud de la colmena se define por el comportamiento de algunas variables, las cuales se consideran esenciales y permiten el normal desarrollo de la colmena. Dichas información incluye, la temperatura de la colmena, concentración de Dióxido de Carbono, el número de abejas que diariamente ingresan y salen de la colmena, el peso específico y su variación como indicador de la miel producida y también la consumida por los habitantes de la colmena para mantener la temperatura de esta; Otro factor importante a tener en cuenta es la seguridad de la colmena, es decir, no permitir la apertura de esta para el hurto de miel o el traslado de un sitio a otro. Toda esta información de gran importancia para el productor, puede estar disponible en una aplicación en línea en un dispositivo móvil o en un datalogic para su posterior análisis y manejo. En este artículo

se muestra la implementación de un sistema de bajo costo que monitorea la salud de la colmena y la producción de miel, mientras mantiene un monitoreo autónomo y funcional accesible para los apicultores. Dicho sistema, permite el monitoreo en línea de variables como la temperatura, humedad y concentración de CO₂ interior y exterior, y peso. Los datos de medición de estas variables son enviados a través de un SMS cuando el apicultor lo requiera o cuando la colmena está en peligro. La autonomía de funcionamiento del prototipo, se logra a través de la implementación de paneles solares y su correspondiente adecuación.

Abstract

At present, the process of collecting honey and its derivatives is carried out empirically, based on the experiences acquired and transferred from generation to generation. The hives and their population develop in an unsupervised manner, causing in many situations not to know the state of the apiary, this means the behavior of some essential variables, which allow the normal development of production. This information includes the temperature, the concentration of Carbon Dioxide, the number of bees that daily inhabit the hive, the specific weight and its variation as an indicator of the honey produced and also that consumed by the inhabitants of the hive to maintain the temperature. this; Another important factor to take into account is the security of the hive, that is, not allowing it to be opened for the theft of honey or transfer from one place to another. All this information, of great importance to the producer, can be available in an online application on a mobile device or in a datalogic for subsequent analysis and management. This article shows the implementation of a low-cost system that monitors the health of bees and their production, while maintaining autonomous and functional monitoring accessible to beekeepers. This system allows online monitoring of variables such as temperature, humidity and indoor and outdoor CO₂ concentration, and weight. The measurement data of these variables are sent via SMS when the beekeeper requires it or when the hive is in danger. The operating autonomy of the prototype is achieved through the implementation of solar panels and their corresponding adaptation.

Palabras claves: Colmena, Apiario, sistema de monitoreo, variables esenciales, abejas.

Keywords: Hive, Apiary, monitoring system, essential variables, bees.

Introducción

La tecnología se pone al servicio de la apicultura en un momento crucial. Apicultores, investigadores y organizaciones ecologistas llevan años alertando QUE LAS COLONIAS de ABEJAS están disminuyendo a un ritmo alarmante. Algunas especies están en peligro de extinción, a consecuencia de un cúmulo de diferentes factores. El impacto de la crisis poblacional de las abejas se refleja NO SÓLO EN LA PRODUCCIÓN DE MIEL. Este descenso es una realidad que ha incrementado exponencialmente durante los últimos años y las alarmas saltan al saber que las abejas son las responsables de la polinización de un tercio del suministro mundial de alimentos. GREENPEACE: “El 70% de los cultivos para consumo humano depende directamente de estos insectos. SIN ABEJAS, NO HAY AGRICULTURA.” Las colonias de abejas deben permanecer mínimo a 300 metros de distancia del contacto con las comunidades y en muchos sitios sólo se les permite alojar con fines de investigación.

El monitoreo manual de variables esenciales en las colmenas conllevan a un monitoreo que no es en tiempo real y a la toma imprecisa de datos, que pueden generar situaciones críticas como la identificación temprana de enfermedades, infestaciones de plagas, desequilibrios en el ambiente de la colmena o cambios en la producción de miel. La falta de información oportuna y precisa puede tener un impacto negativo en la salud de las abejas y en la calidad y cantidad de miel producida.

Para determinar la salud de las abejas y el rendimiento en la producción de miel es importante tener conocimiento del comportamiento de algunas variables que se consideran esenciales y definen el normal desarrollo de las actividades dentro de la colmena.

En este proceso, monitorear la población fluctuante, definir el momento óptimo de la recolección, alertar sobre posible falta de alimento, predecir enfermedades de las abejas, prevenir los robos y vandalismo, se considera información básica cuyo análisis permite definir la salud de esta.

Entre las variables que se consideran esenciales, se pueden mencionar: la temperatura, la concentración de Dióxido de Carbono, CO₂, el número de abejas que diariamente habitan la colmena, el peso específico y su variación como indicador de la miel producida y consumida por sus habitantes para mantener la temperatura de esta. Toda esta información de gran importancia para el apicultor, puede estar disponible en una aplicación en línea en un dispositivo móvil o en un datalogic

para su posterior análisis y manejo. Una colmena puede disponer de un sistema de instrumentación que permita de manera remota y en tiempo real el monitoreo de variables esenciales como: la temperatura externa e interna, la humedad externa e interna y el peso de las cámaras de cría y de almacenaje, el número de habitantes.

El artículo está descrito de la siguiente forma: En el párrafo 2, se hace un recuento del estado del arte. En el párrafo 3 se describe la metodología de diseño e implementación de la colmena instrumentada con los diferentes sensores para monitorear las variables consideradas como esenciales. En el párrafo 4 se muestran los resultados obtenidos. En el párrafo 5 se muestran las conclusiones y en el párrafo 6 se muestra el trabajo futuro y las recomendaciones.

Estado del arte

La apicultura es una actividad de márgenes comerciales bajos, la cual se desarrolla en lugares remotos que no siempre disponen de cobertura o donde no hay conexión eléctrica. Esta actividad en la mayoría de los casos se realiza de manera no supervisada, ocasionando en muchas situaciones no saber el estado de la colmena y su producción. En Colombia el proceso de recolección de miel y sus derivados es realizado de manera empírica, basados en las experiencias adquiridas y transferidas de generación en generación.

Las abejas melíferas son indispensables en el círculo biológico y representan un importante polinizador de cultivos para la humanidad. A menudo se las conoce como agentes polinizadores saludables; polinizan 1/3 de todos los alimentos consumidos. Más del 70% de las frutas, verduras o semillas del mundo se fabrican sobre la base de la polinización animal. Curiosamente, esto representa alrededor del 30% de la producción mundial de alimentos. Sin embargo, en los últimos años, sus poblaciones en el mundo han ido disminuyendo de manera alarmante. Este fenómeno ahora se conoce como trastorno de colapso de colonias (CCD) desencadenado por una amplia variedad de factores, lo que conduce a un bajo rendimiento en la producción de miel y sus derivados. El conocimiento de todos los mecanismos CCD es indispensable para la defensa de los insectos polinizadores, la producción de alimentos y la supervivencia de las abejas. En Colombia, el uso indiscriminado de pesticidas para el control de plagas y la falta de normas de regulación que permita ejercer un control sobre su utilización, además del acelerado cambio climático ha generado una crisis poblacional de las abejas que se refleja en una poca productividad

en cuanto a insumos en el campo de la apicultura de productos como miel, polen, propóleos y otros derivados.

El Estado de la colmena, es decir, su nivel de madurez se determina por sus niveles de producción. La cantidad y calidad de la miel, cera y sus derivados es un buen indicador de la salud del apiario y el medio ambiente. Dado que el seguimiento de la actividad de las abejas se realiza manualmente y para observar el comportamiento, se debe abrir e interrumpir las actividades y estabilidad de la colmena, esta acción les genera estrés, afectando su comportamiento y disminuyendo su productividad. Poder medir variables físicas del interior de la colmena y su entorno, sin generar estrés, permite determinar la salud de la colmena y garantizar la calidad de su producción. La implementación de sistemas de instrumentación que puedan de manera remota medir y proporcionar información en tiempo real de las múltiples variables físicas climáticas que el apicultor necesita para mejorar su productividad es una necesidad imperante.

Determinar la salud de las abejas y su producción se puede lograr teniendo en cuenta las medidas y parámetros de algunas variables físicas como la temperatura interior y exterior, humedad, peso de la colmena, niveles de oxígeno, concentración de CO₂ interior y exterior. La temperatura debe permanecer en un rango constante entre 28° y 34°C. La humedad relativa entre 65% y 89% dependiendo del ciclo productivo en que se encuentre la colmena [10]. Si por alguna razón el rango de estos parámetros cambia, las abejas deben mantener la estabilidad de la colmena, por ejemplo, si la temperatura sube, parte de las abejas se encargan de refrescar la colmena con su aleteo, si la temperatura desciende, las abejas se juntan para mantener la temperatura estable y que las crías no mueran. Otros indicadores que se tienen en cuenta son los niveles de oxígeno, los cuales son estables y similares a los del exterior y la concentración de CO₂ en el interior cuya variación es de aproximadamente un 10% por encima del nivel ambiental en el transcurso del día y 20% en la noche; si por alguna razón la concentración no varía o no se restaura, este puede ser un indicador de la presencia de una enfermedad o plaga dentro de la colmena, ya que esta anomalía puede ser una causa por la cual las abejas deciden no salir de la colmena. Una colmena se define madura si los niveles de oxígeno son valores estables y similares a los del exterior y valores de CO₂ son relativamente estables.

En los últimos años, los investigadores han utilizado de manera eficiente la riqueza de

la tecnología de la información para desarrollar sistemas capaces de monitorear el comportamiento de las colmenas permitiendo resolver este problema a través de la construcción de sistemas de instrumentación que monitorean diferentes tipos de variables esenciales en la colmena. Gracias a avances en el Internet de las cosas (IoT), a través de la implementación de sistemas de sensores, se puede en cualquier instante de tiempo, monitorear la temperatura, el peso, la humedad relativa, etc; Contar el número y detectar de manera aleatoria el movimiento de abejas dentro de la colmena, permitiendo la recolección de esta información y su envío automático al apicultor para su posterior procesamiento.

Metodología

Se propone el diseño e implementación de un sistema de bajo costo accesible para los apicultores que monitorea de manera autónoma y funcional el estado general de la colmena y su producción. Dicho sistema, permite el monitoreo en línea de variables como: La temperatura, el nivel de Dióxido de carbono, el número de población flotante dentro de la colmena, (conteo de abejas), el grado de humedad, el peso, así como la transmisión de información a un dispositivo móvil o un datalogic a través de una aplicación en línea, para su posterior análisis y manejo. La autonomía de funcionamiento del prototipo, se logra a través de alimentación por red eléctrica y por paneles solares y su correspondiente adecuación, en sitios donde no exista acceso a ésta.

El tener conocimiento de dichas variables, permiten al Apicultor tener un control sobre la “SALUD DE LA COLMENA”, para la producción. SALUD DE LA COLMENA se entiende como las condiciones óptimas que la colmena de abejas debe tener para que la producción de miel y sus derivados sean las mejores.

Para la realización de este sistema, se diseñó y construyó los módulos de las variables esenciales. Estos módulos son:

Módulo de temperatura.

Módulo de humedad.

Módulo de concentración de CO₂ interior y exterior.

Módulo de peso.

Módulo de conteo del número de abejas que diariamente entran y salen de la colmena.

Módulo de generación de alarmas: Sensores de apertura de tapa, Sensores de las colmenas.

Módulo de transmisión de datos.

Módulo de paneles solares.

Implementación de Hardware y Software del Sistema de Medición.

Como se muestra en la Figura 1, Se ha implementado un sistema de monitoreo y medición de las variables más significativas para determinar la salud de la colmena. El sistema de monitoreo consta de un conjunto de módulos de sensores colocados de manera estratégica dentro de cada colmena que permiten la medición de variables como la temperatura externa e interna, la humedad relativa, la concentración de CO2 y el peso. El sistema de monitoreo es capaz de recopilar en tiempo real todos los datos de los diferentes sensores y enviarlos a una aplicación que permite la visualización de dichos parámetros.

Este sistema consta de dos sensores de humedad y temperatura DHT11 (Aosong Electronics, Guangzhou , R.P. China), dos sensores de CO2, una báscula electrónica debidamente diseñada para la medición del peso y un sistema de conteo de abejas equipado con sensores ópticos para contar la cantidad de habitantes de la colmena.

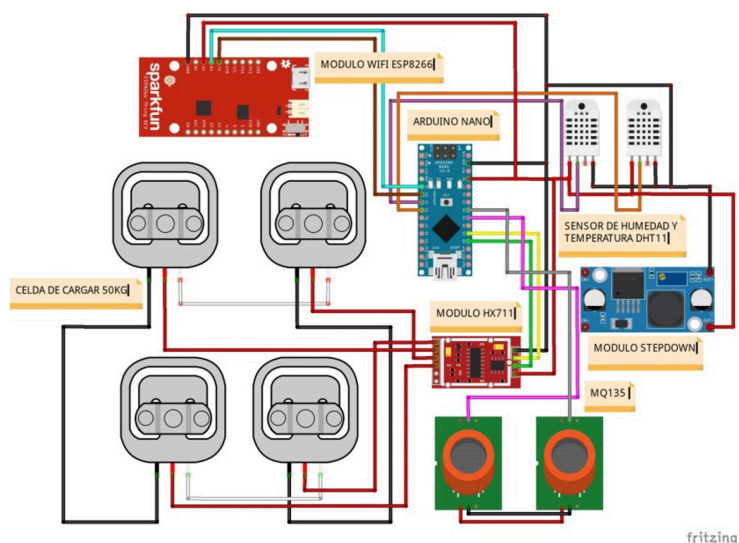
Este sistema consta de dos sensores de humedad y temperatura DHT11 (Aosong Electronics, Guangzhou , R.P. China), dos sensores de CO2, una báscula electrónica debidamente diseñada para la medición del peso y un sistema de conteo de abejas equipado con sensores ópticos para contar la cantidad de habitantes de la colmena. El sistema además cuenta con un conmutador Ethernet que permite la comunicación con un servidor remoto donde se verifican y almacenan los datos

adquiridos. El sistema adquiere datos de forma continua. En cuanto a la fuente de alimentación, dado que la potencia consumida por el sistema es muy reducida, permite el uso de una fuente de alimentación portátil o una solución de generación de energía diseñada adecuadamente. Para este caso el sistema se encuentra conectado a un panel solar con autonomía suficiente para alimentar todos los módulos que conforman el sistema.

Sistema de conteo de la población fluctuante en la colmena.

Para determinar el número de abejas que diariamente ingresan y salen de la colmena (Población fluctuante) se hace uso de un conjunto de tuneles de ingreso, los cuales cuentan con sensores ópticos tipo herradura acondicionados para el conteo. La lectura de población fluctuante dentro de la colmena se puede monitorear a cada instante. En el sistema implementado, cada día a través de un mensaje de texto a las 18 horas siempre se envía al aplicativo la información del número de abejas que circularon durante el día. La figura 2 muestra el sistema de conteo implementado. Cada Tunel cuenta con sensores ópticos colocados de tal forma que las abejas al cruzar ya sea ingresando o saliendo de la colmena permite al software implementado sumar o restar la cantidad de individuos de la colmena, de tal forma que al final del día se tiene un total del número de habitantes que se desplazaron durante la jornada, este dato es de gran importancia para el apicultor pues determina la dinámica de funcionamiento de la colmena.

Figura 1
Sistema general de monitoreo de variables esenciales en una colmena de abejas melíferas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2
Sistema de conteo de la población flotante de cada Colmena.

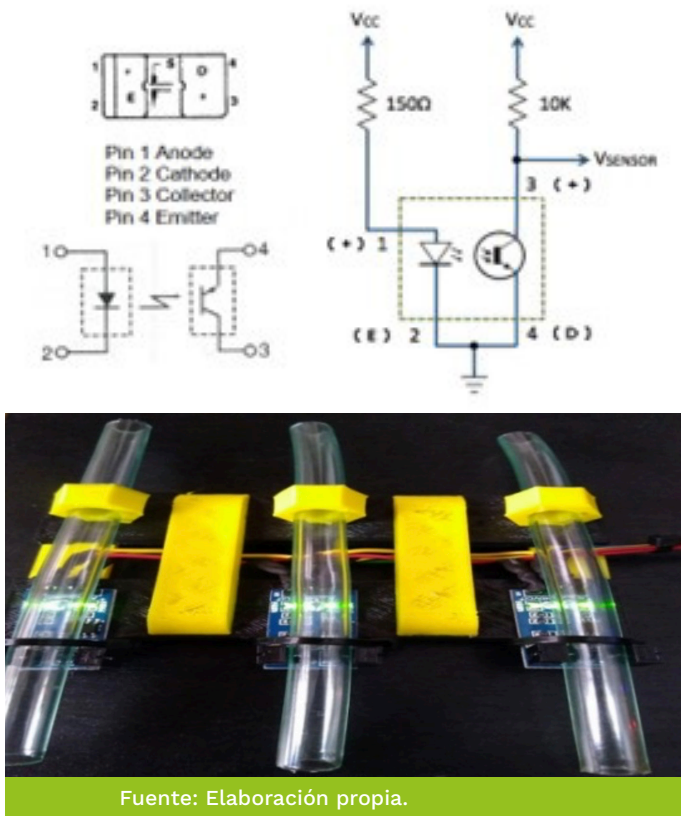
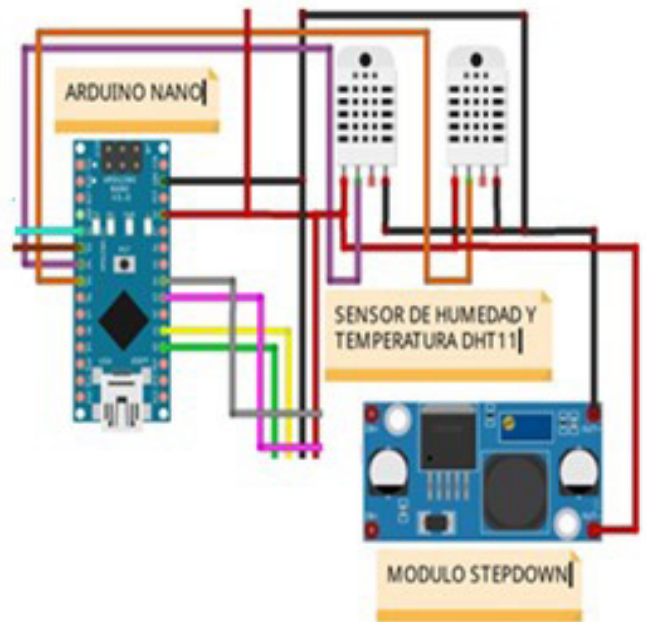


Figura 3
Sistema de medición de humedad y temperatura implementado.



Fuente: Elaboración propia

Sistema de medición de humedad y temperatura.

Las mediciones de humedad relativa (HR) y temperatura se han realizado utilizando el sensor DHT11.

2 Sensores DHT11 para cada colmena, uno de ellos dentro y uno fuera,

Este sensor tiene las siguientes características:

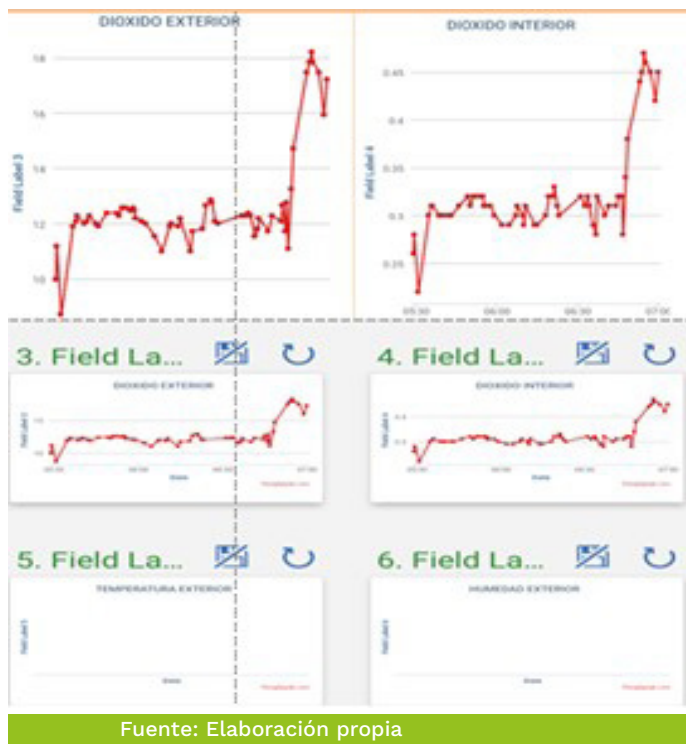
- Voltaje de Operación: 3.3V - 5V DC.
- Corriente máxima durante la conversión 2.5 mA.
- Rango de medición de temperatura: 0 a 50 °C
- Precisión de medición de temperatura: ±2.0 °C
- Resolución Temperatura: 0.1 °C
- Rango de medición de humedad: 20% a 80% RH.
- Precisión de medición de humedad: 4% RH.
- Resolución Humedad: 1% RH
- Tiempo de sensado: 2 seg.
- Interface: Digital Serial.

Resultados

Este prototipo permite inspeccionar de manera continua y en cualquier intervalo de tiempo, las medidas de las variables Temperatura, Humedad relativa, Nivel de CO2, Población flotante del apiario, y peso. Toda la información obtenida de los módulos de sensores es enviada de manera inalámbrica a una base de datos o al celular del usuario para su monitoreo y manipulación. Además de todas las variables mencionadas, también se envía alarmas sobre intervención o hurto de la colmena a través de un mensaje enviado al celular.

La figura 4 muestra la interfaz de las gráficas del comportamiento de las variables esenciales de la colmena instrumentada. Dicha interfaz se implemento con la herramienta de Matlab Math work, la cual permite graficar todo tipo de variables y realizar la comunicación a través de puertos inalámbricos con diferentes sistemas embebidos, para nuestro caso se utilizaron sistemas de desarrollo ARDUINO. Como se observa de las gráficas, el valor de las variables monitoreadas se hace de manera continua, permitiendo información en tiempo real y de manera continua en cualquier intervalo de tiempo. El número y tipo de variables a monitorear se puede definir.

Figura 4
Interfaz de las gráficas del comportamiento de las variables esenciales de la colmena



La figura 5 muestra la disposición física de los diferentes sensores implementados en la colmena. Como se observa de la figura, en cada colmena están distribuidos los diferentes sensores de las variables esenciales, de tal manera que no alteren la dinámica de funcionamiento de la colmena.

Figura 5. Instalación de los diferentes sensores en la colmena.



Conclusiones

A partir de la información obtenida de la búsqueda bibliográfica se diseñó e implementó un sistema de monitoreo de variables esenciales en una colmena de abejas melíferas, obteniendo los módulos de diferentes sensores como temperatura interior y exterior, Nivel de CO2 interior y exterior, número de abejas que diariamente ingresan en la colmena, peso de la colmena y un sistema de alarmas que indican cuando la colmena se abre o se traslada de un sitio a otro.

De los resultados obtenidos se puede concluir que el sistema implementado contribuye a la mejora en los procesos de producción de miel, y en la preservación de las colonias de abejas, así como en el control del correcto funcionamiento de los apiarios.

El software de graficación del comportamiento de las variables esenciales, está diseñado de tal forma que se puede hacer monitoreo del comportamiento de estas y poder intervenir la colmena si en algún caso se hace necesario.

El sistema de monitoreo de variables esenciales de las colmenas permite generar un plan de toma de datos con el cual se pueda hacer un diagnóstico del comportamiento de la colmena para generar un patrón de comportamiento óptimo que determine la buena salud de la colmena.

Trabajo futuro y recomendaciones

El sistema implementado es la base del desarrollo de nuevos prototipos mejor elaborados con los cuales se solucionen los errores observados en el prototipo diseñado.

Como nuevo trabajo de investigación se piensa implementar una plataforma de graficación de las variables esenciales utilizando un software libre como el Phyton.

Se abordara nuevos retos en la implementación de técnicas de IoT para la solución de diversos problemas que surgen en los apiarios y que amenazan la conservación de la dinámica de funcionamiento de la colmena.

Referencias bibliográficas

- A. R. Braga, D. G. Gomes, and others, "A method for mining combined data from in-hive sensors, weather and apiary inspections to forecast the health status of honey bee colonies," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 169, p. 105161, 2020.
- A. Zgank, "Bee Swarm Activity Acoustic Classification for an IoT-Based Farm Service," *Sensors*, vol. 20, no. 1, p. 21, 2020.
- Charlotte K. Hemelrijk Robin F.A. Moritz. Matthias A. Becher, Hanno Hildenbrandt. Brood temperature, task division and colony survival in honeybees: A model. *Ecological Modelling*, 221
- D. D. Dasig and J. M. Mendez, "An IoT and Wireless Sensor Network-Based Technology for a Low-Cost Precision Apiculture," *Internet of Things and Analytics for Agriculture*, Springer, vol. 2, pp. 67-92, 2020. (duplicate)
- Egils Stalidzans Marta Liepniece Jurijs Meitalovs Aleksejs Zacepins, Armands Kviesis. Remote detection of the swarming of honey bee colonies by single-point temperature monitoring. *Biosystems Engineering*, 148:76–80, 2016.
- Gaze B.M. Heath, L.A. Carbon dioxide activation of spores of the chalkbrood fungus *ascosphaera apis*. *Journal of Apicultural Research*, 26:243{246, 1987.
- I. F. Anyasi and A. L. Imoize, "Information technology and the business communities: A case study of small-scale business enterprises in Nigeria," *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 45-49, 2010.
- J. A. Jiang, C. H. Wang, and others, "A WSN-based automatic monitoring system for the foraging behavior of honey bees and environmental factors of beehives," *Comput. Electron. Agric.*, vol. 123, p. 304–318, 2016.
- N. Gallai, J. M. Salles, and others. "Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline.," *Ecological Economics.*, vol. 68, pp. 810-821, 2009.
- Regadas, L. (2021, abril 5). Colmenas inteligentes: La inteligencia artificial se alía con la apicultura para preservar las abejas. Público. <https://www.publico.es/ciencias/colmenas-inteligentes-inteligencia-artificial-alia-apicultura-preservar-abejas.html>
- S. Gil-Lebrero, F. J. Quiles-Latorre, and others "Honey bee colonies remote monitoring system," *Sensors*, vol. 17, no. 1, p. 55, 2017.
- S. Klein, A. Cabirol, and others, "Why Bees Are So Vulnerable to Environmental Stressors," *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 32, no. 4, pp. 268-278, 2017.
- S. P. Leonard, J. E. Powell, and others "Engineered symbionts activate honey bee immunity and limit pathogens," *Science*, vol. 367, no. 6477, pp. 573-576, 2020.
- S. Tosi, C. and others, "A 3-year survey of Italian honey bee-collected pollen reveals widespread contamination by agricultural pesticides," *Science of the Total Environment*, vol. 615, pp. 208-218, 2018.
- W. N. S. W. Nik, Z. Mohamad, A. H. Zakaria and A. A. Azlan, "i-BeeHOME: An Intelligent Stingless Honey Beehives Monitoring Tool Based On TOPSIS Method By Implementing LoRaWan–A Preliminary Study," *Computational Science and Technology*, pp. 669-676, 2020. (duplicate)



Análisis de abonos
orgánicos y químicos

Analysis of organic and
chemical fertilizers





Resumen

Los abonos son una parte indispensable en los cultivos, en la floricultura y en los jardines de pequeñas viviendas. En Sopó Cundinamarca la comunidad de ella ve la viabilidad de elaborar sus propios abonos orgánicos a partir de desperdicios de la comida y estiércol de vaca; para esto se darán a conocer los beneficios que pueden obtenerse como es una producción sana para los agricultores y un agente menos contaminante al reducir los componentes que tienen los abonos químicos. Según los estudios realizados la tierra cuenta de nutrientes como son el calcio, el fósforo y el potasio que los podemos encontrar en desperdicios como son la cáscara de huevo, el plátano y los desperdicios de pelar algunos productos como son la papa y cáscaras de arveja y otros. La importancia que nos muestra el abono orgánico frente al inorgánico se puede evidenciar en la mejora del producto y el desarrollo de las plantas, trayendo consigo misma la economía para los agricultores a gran escala.

Para el desarrollo de la investigación se hicieron encuestas a la comunidad del municipio de Sopó con resultados de aceptación de abonos orgánicos utilizados en jardinería y cultivos. La intención es buscar en los habitantes que realicen su propio abono, teniendo en cuenta el uso de los desperdicios generados en las casas y los diferentes restaurantes que se hacen muy usuales por el turismo que ha venido desarrollando en fines de semana a visualizar los diferentes atractivos que tiene el municipio. Para el estudio se realiza de manera cualitativa y cuantitativa que ayudaron a generar la propuesta de utilizar abonos orgánicos y desarrollar hábitos en los habitantes.

El aprovechamiento de los residuos que se generen en casas, restaurantes ayudan a que en el medio ambiente disminuya la contaminación, el aumento de roedores; ayuda que se desarrollen nuevas ideas de negocio, y a que permita que se generen alimentos más naturales con menos químicos y más nutritivos para el ser humano.

Palabras claves: Abonos, fertilizantes, economía, orgánico e inorgánico

Keywords: Hive, Apiary, monitoring system, essential variables, bees.

Abstract

Fertilizers are an essential part of crops, floriculture and small family gardens. In Sopó Cundinamarca, their community sees the viability of making their own organic fertilizers from food waste and cow manure; To do this, the benefits that can be obtained will be announced, such as healthy production for farmers and a less polluting agent by reducing the components of chemical fertilizers. According to studies carried out, the earth has nutrients such as calcium, phosphorus and potassium that we can find in waste such as eggshells, bananas and peeling residues from some products such as potatoes and pea shells. others. The importance that organic fertilizer shows us over inorganic fertilizer can be seen in the improvement of the product and the development of plants, bringing with it economy for large farmers.

For the development of the research, surveys were carried out in the community of the municipality of Sopó with results of acceptance of organic fertilizers used in gardening and crops. The intention is to ensure that the inhabitants prepare their own fertilizer, taking into account the use of the waste generated in the homes and the different restaurants that become very common due to the tourism that has been developing on weekends to visualize the different attractive. that the municipality has. The study is carried out in a qualitative and quantitative manner that helped generate the proposal for the use of organic fertilizers and develop habits in the inhabitants.

The use of waste generated in homes and restaurants helps reduce pollution and the increase in rodents in the environment; It helps develop new business ideas and allows us to generate more natural foods, with fewer chemicals and more nutritious for humans.

Introducción

En esta investigación, se abordarán aspectos cruciales que desempeñan un papel fundamental en la actividad agrícola; a través del estudio de los abonos químicos y orgánicos, con la finalidad de conocer qué beneficios aporta cada uno y como es su uso frente a la producción de alimentos para así asegurar que la producción esté libre de sustancias perjudiciales para la salud.

La investigación permite realizar buenas prácticas de siembra y generar hábitos de recolección de sobrantes que con un debido proceso permita generar abonos orgánicos en el

caso de la investigación se utilizó el sistema por capas y dejar en reposo con agua en un porcentaje mínimo; el revolver cada semana permitió tener un abono adecuado con nutrientes tales como calcio, fósforo y potasio, pero que puede variar de acuerdo con los componentes de la tierra que son diferentes para cada municipio.

La investigación permite evidenciar que el consumo de abono orgánico es apetecible en la agricultura por el municipio por la agilidad del crecimiento de las plantas y de aquellas que tienen fruto se ve con menor tiempo posible, pero esto lleva a que se desarrollen problemas de salud en el ser humano tales como esterilidad, anemia aplásica, cáncer Coloración azulada de uñas, labios o palmas de las manos. Ardor en la piel. Ardor en la garganta, la nariz y los ojos; en cuanto al medio ambiente trae consigo pérdida de nutrientes al suelo, contaminación del agua potable, la eutrofización; pérdida de la biodiversidad y la destrucción del ecosistema acuático.

Métodos

Cualitativo:

Para este proceso se realizan entrevistas cara a cara en la cual nos relatan sus experiencias con procesos de utilización de abonos inorgánicos y abonos orgánicos y nos dejan ver que el poder ofertar productos que no se encuentren en cosechas tendrán un gran valor en el mercado; teniendo en cuenta lo expresado por los habitantes del municipio no es una región que cultive 100% sus tierras teniendo en cuenta los graves problemas para desarrollar la actividad como son los bajos ingresos para adquirir los bonos y fertilizantes, los cambios climáticos que desencadenan en la pérdida de una parte o gran parte de los cultivos; pero hay que dejar en claro que una tierra apta para cultivar productos de clima frío.

En el municipio de Sopó, Cundinamarca se tiene una base económica especialmente de la agroindustria, esto gracias a las empresas de lácteos y demás que lo rodean; Este municipio cuenta con una cantidad de 30,780 personas de las cuales en su mayoría son campesinos o amas de casa; algunos sopoños a través de su experiencia nos cuentan cómo cuidan de sus cultivos. De los habitantes del municipio se saca una muestra del 0,06 % dedicados a estas labores.

La información se obtiene a partir de la primaria, secundaria y terciaria que ayudaron a generar un gran cúmulo de conocimiento en palabras y terminología para desarrollar el escrito.

En este municipio se cuenta con dos tipos de cultivos tanto alimentarios como de floricultura y a cada uno de estos les tiene un cuidado diferente, es decir a los cultivos de carácter alimenticio prefieren cuidarlo con desechos naturales ya que este les brinda nutrientes naturales sin ningún tipo de químico y a los cultivos de flores prefieren mantenerlos mayormente con abonos inorgánicos ya que estos ayudan el crecimiento a poco tiempo de estas.

Casos y experiencias de las personas habitantes del municipio de Sopó:

1. Tradición agrícola: Muchas familias en Sopó tienen una larga tradición en la agricultura y han utilizado abonos orgánicos durante generaciones. Han aprendido a producir abonos orgánicos a partir de materiales locales como estiércol de ganado, residuos de cultivos y compostaje. Estas prácticas han sido transmitidas de padres a hijos, y son una parte integral de su estilo de vida agrícola.

2. Agricultura sostenible: Algunos agricultores en Sopó han adoptado prácticas agrícolas más sostenibles, incluyendo el uso de abonos orgánicos, como parte de su compromiso con la conservación del suelo y la protección del medio ambiente. Utilizan técnicas de compostaje y reciclaje de residuos agrícolas para crear abonos orgánicos ricos en nutrientes.

3. Experiencias exitosas: Los agricultores que han incorporado abonos orgánicos en sus cultivos han observado mejoras en la calidad del suelo, la producción de cultivos y la salud de las plantas. Han notado que estos abonos son menos perjudiciales para el suelo y el agua que los fertilizantes químicos y que contribuyen a la producción de alimentos más saludables.

4. Desafíos económicos: Algunos agricultores pueden enfrentar desafíos económicos para adquirir los materiales necesarios para la producción de abonos orgánicos. A pesar de los beneficios a largo plazo, la inversión inicial en la infraestructura para el compostaje y la gestión de residuos puede ser un obstáculo para algunos.

5. Conciencia ambiental: En Sopó, como en otras partes del mundo, hay un aumento en la conciencia ambiental y la preocupación por los efectos negativos de los productos químicos agrícolas. Algunas personas han comenzado a utilizar abonos orgánicos como una forma de reducir su huella ambiental y promover la agricultura más sostenible.

6. Apoyo gubernamental: Dependiendo de las políticas gubernamentales y los programas de apoyo, los habitantes de Sopó pueden recibir capacitación y recursos para adoptar prácticas agrícolas basadas en abonos orgánicos. Esto puede variar según el nivel de apoyo que brinda el gobierno local o nacional.

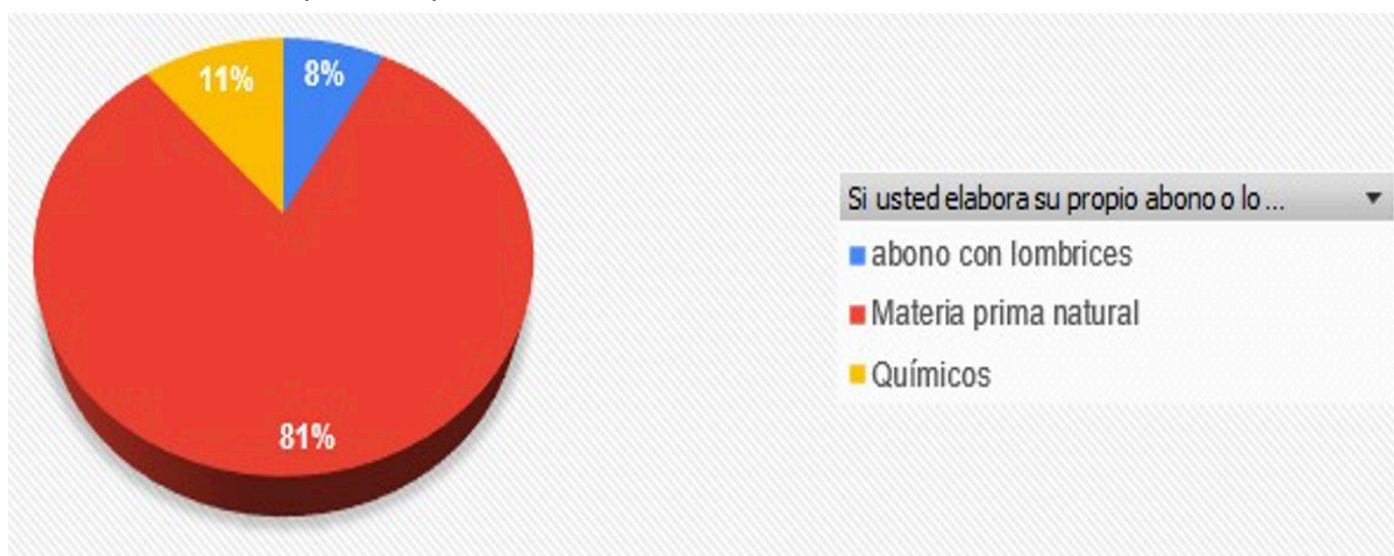
Cuantitativo:

En Sopó (Cundinamarca) se cuenta con una población de 30.780 habitantes que en su mayoría se dedican a la ganadería y a realizar productos derivados de la leche teniendo en cuenta el desarrollo de la empresa Alpina; pero hace el pensar ¿el por qué? dejar de cultivar en una tierra

tan rica en nutrientes donde se pueden sacar productos como papa, verduras, hortalizas y frutas que pueden ayudar a generar materia prima para la empresa de lácteos que permita diversificar las riquezas de la región; de ellos se tomó una muestra del 0,21% aplicada a los habitantes del municipio para encontrar la opinión de la utilización de abonos orgánicos en el sector debido a la jardinería que practican con más frecuencia con plantas como son las suculentas, pino insigne, palo de Brasil, Eucalipto, acacia verde, árbol de jade utilizados como plantas ornamentales en las viviendas.

Resultados de la encuesta:

Ilustración 1
Encuesta Municipio de Sopó



Fuente: Elaboración propia proyecto de investigación.

Resultados

Teniendo en cuenta las respuestas obtenidas en las preguntas realizadas en la encuesta aplicada a 67 personas se puede evidenciar:

- La población en Sopó está conformada por el 50% con un número de 33 personas de la población que pertenecen a amas de casa, las cuales cuentan con trabajos informales y ayudan para el sustento de sus familias con el cultivo de plantas ornamentales para venderlas en días de mayor visita al municipio; este tipo de población no cuenta con estudios para poder acceder a trabajos formales y en su gran mayoría tienen viviendas rurales pero no cultivan ningún producto que ayude al desarrollo alimenticio de la población para esto cuenta con una plaza de mercado que traen

sus artículos de poblaciones cercanas como lo son Gachancipá, Suesca, Guatavita y Boyacá.

- En el siguiente resultado se evidencia que el 70% que corresponde a 46 personas compra abonos químicos aceptados por el desarrollo de la planta en tiempos cortos, lo que permite que las plantas sean vendidas más rápidamente y así recuperar la inversión. Pero lo que no saben son los daños que puede ocasionar al suelo, la contaminación ambiental y hasta el adquirir enfermedades el ser humano.

- El 35% de las personas encuestadas que corresponde a 23 personas se dedican al cultivo flores, lo que nos indica que, el abono que adquieren debe ser específico y asimismo contener los minerales o componentes necesarios para que

la cosecha pueda crecer de manera efectiva y con excelente calidad. El agrado de comprar flores para los clientes son los colores, la presentación y el buen desarrollo de la misma lo que hace que se requiera de un abono especial para que adquiera esta presentación. Por tanto, cuando se tienen clientes especiales hay que invertir en insecticidas y abonos especiales.

- El 81% de las personas encuestadas que corresponde a 52 personas del total de las encuestadas que son 67 asegura que prefiere que los abonos que compran sean sólidos; sin embargo, tiene que identificar los minerales que necesita ya que, los abonos orgánicos pueden dañar los cultivos puesto que no se pueden utilizar para todos los cultivos y en su mayoría los abonos químicos vienen en presentación líquida.

Ilustración 2 Abono Orgánico



Fuente: Castro, D. E. (2018, julio 23). 5 maneras de hacer abono orgánico para tus plantas. Mejor con Salud. <https://mejorconsalud.as.com/5-maneras-de-hacer-abono-organico-para-tus-plantas/>

- A la hora de la compra, el consumidor final da a conocer que prefiere un producto que cumpla con un valor económico y tenga una buena respuesta al colocarlo en la tierra y el desarrollo de la planta sea en muy poco tiempo; respuesta a esto el 65% afirma que llevaría un producto con estas condiciones, para lo cual se plantea que deben existir varias opciones de empaquetado por cantidad, papeletas, libras, kilos y bultos.

- El 81% afirma que prefiere que el abono que utilice en sus cultivos sea al 100% de materia prima natural; esto nos da a entender que aunque sea abono químico tiene sus beneficios.

Ilustración 3 Abono Químico



Fuente: Campo de maíz fertilizado. (s.f.). En Jacto Blog LATAM. <https://bloglatam.jacto.com/>

También tiene aspectos en contra como lo puede ser la absorción de nutrientes del suelo y minimizar la fertilidad de la tierra, por tal motivo las personas dedicadas a la actividad agrícola prefieren que su abono sea suave con sus cultivos y le aporte nutrientes para que estos crezcan en perfectas condiciones.

- Los habitantes de Sopó conocen que la presentación de los abonos varía en su presentación como líquido y sólido el cual se encuentra a la venta en pastillas, granulados o polvo para ésta de 67 personas encuestas, el 63% que corresponde a 42 personas que les gustaría siempre adquirir el abono orgánico como tierra porque es más fácil a la hora de utilizarlo y creen que se compacta de una forma inmediata.

Tabla 1
Población y muestra de Sopó

Habitantes de Sopó	30780
Muestra	67



Discusión

La elección entre abonos químicos y orgánicos desempeña un papel fundamental en la producción de alimentos y tiene un impacto directo en la calidad de los cultivos y la sostenibilidad agrícola. Los abonos químicos, al proporcionar nutrientes de manera rápida y directa a las plantas, pueden acelerar el crecimiento y aumentar el rendimiento en el corto plazo. Sin embargo, su uso indiscriminado puede llevar a problemas como la sobre fertilización, la acumulación de sales y la degradación del suelo, lo que, a la larga, puede disminuir la calidad del suelo y afectar negativamente la producción de alimentos.

Por otro lado, los abonos orgánicos, derivados de materiales naturales como el compost, el estiércol y los residuos vegetales, promueven una agricultura más sostenible y amigable con el medio ambiente. Estos abonos mejoran la estructura del suelo, aumentan su capacidad de

retención de agua y nutrientes, y fomentan la biodiversidad del suelo. Como resultado, los alimentos cultivados con abonos orgánicos tienden a ser más saludables y pueden contener menos residuos de productos químicos sintéticos.

El uso de abono químico en la agricultura y la jardinería tiene varios beneficios entre los cuales podemos encontrar.

- **Nutrientes específicos:** Los abonos químicos se pueden formular para suministrar nutrientes específicos en cantidades precisas. Esto

permite corregir deficiencias nutricionales en el suelo de manera efectiva y rápida.

- **Rápida disponibilidad:** Los nutrientes de los abonos químicos suelen estar disponibles para las plantas de manera más inmediata que los nutrientes orgánicos, que deben descomponerse antes de ser absorbidos.

- **Mayor concentración de nutrientes:** Los abonos químicos suelen contener una concentración más alta de nutrientes por unidad de peso en comparación con los abonos orgánicos, lo que significa que se requiere menos cantidad para lograr el mismo efecto.

- **Facilidad de aplicación:** Los abonos químicos son fáciles de almacenar, transportar y aplicar. Esto puede reducir los costos y la mano de obra necesarios para su uso.

- **Mayor control:** Con abonos químicos, los agricultores y jardineros pueden tener un mayor control sobre la cantidad y el tipo de nutrientes que se aplican, lo que facilita la gestión de la fertilización de acuerdo con las necesidades específicas de las plantas.

- **Menor riesgo de patógenos:** Los abonos químicos a menudo son más limpios en términos de patógenos y malas hierbas en comparación con los abonos orgánicos, lo que puede ayudar a reducir el riesgo de enfermedades y competencia por nutrientes.

Ilustración 4
Abono



Fuente: abono orgánico y un abono inorgánico. (s.f.). En AMO Químicos. <https://www.amoquimicos.com/abono-organico-vs-abono-inorganico>

Sin embargo, también es importante tener en cuenta algunos de los inconvenientes asociados con el uso de abonos químicos:

- **Impacto ambiental:** El uso excesivo o incorrecto de abonos químicos puede resultar en la contaminación del suelo y del agua debido a la escorrentía de nutrientes, lo que puede tener efectos negativos en los ecosistemas acuáticos y terrestres.

- **Dependencia a largo plazo:** El uso constante de abonos químicos sin la incorporación de materia

orgánica puede llevar a una dependencia continua de estos productos y reducir la salud a largo plazo del suelo.

- **Costos:** En algunos casos, los abonos químicos pueden ser más costosos que los abonos orgánicos, lo que puede afectar la rentabilidad de la agricultura a gran escala.

- **Pérdida de biodiversidad:** El uso excesivo de abonos químicos puede dañar la biodiversidad del suelo y reducir la población de microorganismos beneficiosos.

Ilustración 5
Abono Orgánico



Fuente: abono orgánico. (s.f.). En Grupo RBSA. <https://www.gruporabsa.com/blog/informacion/abono-organico>

Los abonos orgánicos tienen numerosos beneficios tanto para la agricultura como para el medio ambiente. Los beneficios identificados son:

- **Mejora de la estructura del suelo:** Los abonos orgánicos, como el compost y el estiércol, ayudan a mejorar la estructura del suelo al aumentar su capacidad de retención de agua y aireación. Esto facilita el crecimiento de las raíces de las plantas y mejora la permeabilidad del suelo.

- **Aporte de nutrientes:** Los nutrientes en los abonos orgánicos se liberan lentamente a medida que se descomponen, lo que proporciona un suministro constante de nutrientes para las plantas a lo largo del tiempo. Esto evita los picos de

nutrientes y reduce el riesgo de sobrealimentación.

- **Fomento de la actividad microbiana:** Los abonos orgánicos alimentan a los microorganismos beneficiosos del suelo, como bacterias y hongos, que descomponen la materia orgánica y ayudan en la descomposición de residuos vegetales. Esto contribuye a la salud del suelo y al ciclo de nutrientes.

- **Reducción de la erosión:** La materia orgánica en el suelo, promovida por el uso de abonos orgánicos, ayuda a reducir la erosión del suelo al mejorar la capacidad de retención de agua y estabilizar la estructura del suelo.

- **Fertilización sostenible:** Los abonos orgánicos son una fuente renovable de nutrientes, ya que se derivan de materiales orgánicos como el compost, el estiércol y los residuos vegetales. Esto reduce la dependencia de fertilizantes químicos no renovables.

- **Menos impacto ambiental:** El uso de abonos orgánicos tiende a tener un menor impacto ambiental en términos de contaminación del agua y la tierra en comparación con los fertilizantes químicos, ya que son menos propensos a lixiviar nutrientes y contaminantes.

- **Menos riesgo para la salud humana:** Los abonos orgánicos suelen ser más seguros para la salud humana, ya que no contienen productos químicos sintéticos que pueden ser perjudiciales si se manejan incorrectamente.

- **Promoción de la biodiversidad:** El uso de abonos orgánicos puede favorecer la biodiversidad del suelo y apoyar la presencia de insectos beneficiosos y otros organismos que ayudan a controlar plagas y enfermedades.

- **Reducción de residuos:** La compostación de residuos orgánicos y su posterior uso como abono orgánico ayuda a reducir la cantidad de residuos que se envían a vertederos.

- **Mejora de la calidad de los cultivos:** Los abonos orgánicos pueden mejorar la calidad nutricional y el sabor de los productos agrícolas al enriquecer el suelo con nutrientes y minerales esenciales.

El desarrollo de abonos se convierte en una oportunidad de negocios y en el aprovechamiento de hacer uso de los desechos; para lo cual se propone:

Que la comunidad de Sopó Cundinamarca reactive la riqueza de la tierra con cultivos de clima frío y así disminuya los costos de ventas de los productos teniendo en cuenta que debe traerse de otros municipios e inclusive de otros departamentos; que se emplee en la forma de cultivo un desarrollo limpio sin químicos y realizar productos orgánicos que cumplan con un gran beneficio a la salud de los consumidores finales; que para el desarrollo y la utilización de abonos se emplee el contenido del abono en diferentes presentaciones según su cantidad para mayor adquisición como lo pueden ser papeletas, medios cuarto de libra, libras y kilos para cumplir con la población que sea menor favorecida en la situación económica e implementando campañas como

traer los desperdicios de cas y lleve una cantidad de abono sin costo. Pueden generar fuentes de empleo como recolectores de desperdicios que exista desplazamiento para acceder a la materia prima. Conductores que lleven al sitio fincas los abonos e insumos para el desarrollo agrícola cumpliendo con el servicio puerta a puerta. Crear ventas por catálogo e internet que lleven a el reconocimiento del producto a nivel nacional.

Conclusiones

En general, podemos decir que el uso de abonos orgánicos promueve prácticas agrícolas sostenibles y beneficiosas para el suelo y el medio ambiente, al tiempo que ayuda a mantener la salud de los cultivos a largo plazo.

Por otro lado, debemos reconocer que los abonos químicos son una herramienta valiosa en la agricultura y la jardinería para suministrar nutrientes de manera eficiente y controlada; aun así, hay que entender que su uso debe ser gestionado cuidadosamente para minimizar los impactos negativos en el medio ambiente y en la salud del suelo a largo plazo.

La elección entre abonos químicos y orgánicos a menudo depende de las necesidades específicas de cultivo y las consideraciones ambientales.

Por último, incentivar a las personas pertenecientes a la actividad agrícola a que empleen en sus cultivos abono orgánico, que como se pudo evidenciar le aporta muchos minerales tanto a los suelos como a la cosecha, para que crezca en óptimas condiciones.

Generar ideas de negocio que permita el desarrollo del municipio y a su vez mayor participación en un mercado comercial a partir de las riquezas del municipio y lleven al crecimiento económico del mismo con la generación de fuentes de empleo.

Referencias bibliográficas

Anonimo. (s.f.). PictureThis . Obtenido de <https://www.picturethisai.com/es/region/Colombia-Cundinamarca>

Anonimo. (17 de 08 de 2023). BBVA Agricultura sostenible. Obtenido de <https://www.bbva.com/es/juntos-creando-oportunidades/>

Acosta, B. (03 de 04 de 2023). Ecología verde. Obtenido de <https://www.ecologjaverde.com/abono-organico-que-es-tipos-beneficios-y-como-hacerlo-1992.html>

- Agroactivo. Tienda virtual Retrieved from <https://agroactivocol.com/nutricion-vegetal/los-nutrientes-del-suelo-segunda-parte-los-micronutrientes/>
- Altamar No. (2023). El abono orgánico vegetal que reduciría el uso de fertilizantes en producción Agrícola
- Azada verde ¿que es la agricultura sostenible y por qué es importante? Retrieved from <https://azadaverde.org/que-es-la-agricultura-sostenible-y-por-que-es-importante>
- Centro RS. En medio ambiente. Agricultura sostenible. Retrieved from <https://centrors.org/agricultura-sostenible-desafios-principios-y-acciones/>
- Intagri. Blog. Los abonos orgánicos. Beneficios, tipos y contenidos nutrimentales. Retrieved from <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales>
- IDEAM Noticias. Colombia apuesta a una agricultura sostenible. Retrieved from http://ideam.gov.co/web/sala-de-prensa/noticias/-/asset_publisher/LdWW0ECY1uxz/content/colombia-le-apuesta-a-una-agricultura-sostenible
- Naciones unidas. Departamento de asuntos económicos y sociales desarrollo sostenible. Seguridad alimentaria y nutrición y agricultura sostenible. Retrieved from <https://sdgs.un.org/es/topics/food-security-and-nutrition-and-sustainable-agriculture>
- Moreno, D. (s.f). telencuestas. Retrieved from <https://telencuestas.com/acerca-de>
- Sopo.html#:~:text=En%20Colombia%2C%20Cundinamarca%2C%20Sop%2C%20Bogotá,%20Cundinamarca%20de%20jade%20etc



La economía circular
como eje del proceso
productivo de
tres empresas de
café en el Quindío

The circular economy
as the axis of the process
productive of
three companies
coffee in Quindío



Esp. Andrés Felipe Ramírez Duque
Centro Agroindustrial Sena Regional Quindío
aframirezd@sena.edu.co



Ing. Angélica María Angulo Rodríguez
Centro de Comercio y Turismo Sena Regional Quindío
amangulor@sena.edu.co



Ing. Carlos Alonso López Sepúlveda
Centro de Comercio y Turismo Sena Regional Quindío
caalopezs@sena.edu.co



Esp. María Inés Amézquita Camacho
Centro de Comercio y Turismo Sena Regional Quindío
miamezquita@sena.edu.co



Resumen

Este artículo se inscribe en la Línea 2: Tecnologías para el Hábitat, las Energías Libres y el Desarrollo Sostenible; presenta una síntesis de la ejecución del proyecto de fomento a la innovación liderado por el Centro de Comercio y Turismo, con el respaldo del Centro Agroindustrial en la Regional Quindío. El proyecto se enfoca en la aplicación de principios de economía circular para abordar problemas de sostenibilidad de la cadena productiva del café en tres empresas del Quindío. Los desafíos incluyen afrontar un manejo insuficiente de materiales, ineficiencia energética, gestión inadecuada de residuos y falta de desarrollo de productos mediante una propuesta estructurada de reciclaje, reutilización y transformación de los subproductos del café generados en estos establecimientos.

El problema se relaciona con el estudio de procesos lineales que reducen la sostenibilidad en los eslabones de la cadena productiva del café en tres empresas del Quindío, asociado a causas como: procedimientos de manejo de materiales apartados de parámetros de economía circular. Esto genera efectos tales como bajos ingresos para los dueños y empleados, altos costos logísticos en la cadena productiva, alta dependencia de las energías tradicionales, elevados costos en factura de energía, alto nivel de desperdicio en el manejo de recursos asociado a la inadecuada gestión de residuos sólidos, altas pérdidas por compras no planeadas, lo que contribuye a la poca sostenibilidad de las empresas de diferentes eslabones en la cadena productiva del café.

La aplicación de modelos productivos descontextualizados de las políticas ambientales y el desconocimiento de criterios de la economía circular en las cadenas productivas contribuye al incremento del cambio climático y la vulnerabilidad del planeta. La necesidad de optimizar el uso de los recursos y reducir el impacto ambiental motivó la implementación de estrategias que favorecen la circularidad de los procesos y la minimización del consumo energético. En este contexto, este proyecto de fomento de la innovación identificó problemas y propuso soluciones concretas para mejorar la gestión energética y la sostenibilidad en tres empresas aliadas de la cadena productiva del café en el Quindío.

En la primera fase, se realiza un análisis de tres empresas de la cadena cafetera, para identificar problemas ambientales. Se recopilan datos y estadísticas locales para respaldar la metodología. Se enfatiza la sistematización de experiencias y la optimización de procesos, desde la logística hasta la gestión de residuos sólidos. La gestión de procesos se utiliza para documentar y caracterizar los procesos clave, comenzando con un diagnóstico basado en la evaluación ambiental de residuos, eficiencias energéticas y gestión logística.

La segunda fase describe la metodología para desarrollar prototipos que aprovechen los residuos del proceso de producción de café, buscando cerrar el ciclo del producto. Se recopilan datos de todo el proceso de producción, desde la siembra hasta la preparación en tiendas de café. Se realizan entrevistas a empresarios para comprender sus necesidades y desafíos en la gestión de residuos y economía circular. También se revisan productos innovadores hechos con residuos de café.

El interés de los autores y ejecutores de este proyecto es lograr que los empresarios alcancen en los factores enunciados: energía, residuos, materiales y logística, el mejor aprovechamiento a través de su reintegro a los ciclos económicos, productivos y ecológicos, consiguiendo que la ciudadanía y el sector productivo mediante acciones conscientes, voluntarias y técnicas reduzcan los impactos sobre el medioambiente.

Abstract

This article is part of Line 2: Technologies for Habitat, Free Energies and Sustainable Development; presents a synthesis of the execution of the innovation promotion project led by the Commerce and Tourism Center,

with the support of the Agroindustrial Center in the Quindío Regional. The project focuses on the application of circular economy principles to address sustainability problems of the coffee production chain in three companies in Quindío. Challenges include addressing insufficient materials management, energy inefficiency, inadequate waste management and lack of product development through a structured proposal for recycling, reuse and transformation of coffee by-products generated in these establishments.

The problem is related to the study of linear processes that reduce sustainability in the links of the coffee production chain in three companies in Quindío, associated with causes such as: material handling procedures that are removed from circular economy parameters. This generates effects such as low income for owners and employees, high logistics costs in the production chain, high dependence on traditional energies, high energy bill costs, high level of waste in the management of resources associated with inadequate management of resources. solid waste, high losses from unplanned purchases, which contributes to the poor sustainability of companies in different links in the coffee production chain.

The application of productive models decontextualized from environmental policies and the lack of knowledge of circular economy criteria in production chains contributes to the increase in climate change and the vulnerability of the planet. The need to optimize the use of resources and reduce the environmental impact motivated the implementation of strategies that favor the circularity of processes and the minimization of energy consumption. In this context, this innovation promotion project identified problems and proposed concrete solutions to improve energy management and sustainability in three allied companies in the coffee production chain in Quindío.

In the first phase, an analysis of three companies in the coffee chain is carried out to identify environmental problems. Local data and statistics are collected to support the methodology. Emphasis is placed on the systematization of experiences and the optimization of processes, from logistics to solid waste management. Process management is used to document and characterize key processes, starting with a diagnosis based on environmental assessment of waste, energy efficiencies and logistics management. The second phase describes the methodology to develop prototypes that take advantage of the waste from the coffee production process, seeking to close the product cycle. Data is collected from the entire production process, from planting to preparation in coffee shops. Interviews

are carried out with entrepreneurs to understand their needs and challenges in waste management and the circular economy. Innovative products made from coffee waste are also reviewed.

The interest of the authors and executors of this project is to ensure that entrepreneurs achieve the best use of the stated factors: energy, waste, materials and logistics through their reintegration into the economic, productive and ecological cycles, ensuring that citizens and the productive sector through conscious, voluntary and technical actions reduce impacts on the environment.

Palabras claves: economía circular, sostenibilidad, eficiencia energética, prototipo, logística y residuos sólidos.

Keywords: circular economy, sustainability, energy efficiency, prototype, logistics and solid waste.

Métodos

Este trabajo se enmarca en una investigación descriptiva de los aspectos ambientales, empleando enfoques cualitativos y cuantitativos. En procura de ello, se llevó a cabo una aproximación, reconocimiento y evaluación de los agentes involucrados en el proyecto: tres empresas en la cadena productiva del café en la región del Quindío. Estas entidades proporcionaron la información necesaria para identificar los problemas ambientales. Además, se recopiló datos y estadísticas que describen las dinámicas locales, aportando una base sólida para la estructuración de la metodología utilizada.

Se priorizó la sistematización de experiencias y la optimización de procesos, desde aspectos logísticos en el aprovisionamiento, producción y distribución, hasta la gestión de residuos sólidos. Para este propósito, se implementó la gestión de procesos, mediante la cual se documentaron, describieron y caracterizaron los procesos clave.

Este estudio comenzó con un diagnóstico, respaldado por formatos diseñados para métodos de evaluación ambiental de residuos. La información se recopiló a través de dos enfoques: uno situacional, centrado en el consumo de materiales y la generación de residuos; y otro basado en los resultados del diagnóstico efectuado en las tres empresas de la cadena cafetera. Para este último, se creó un protocolo de actividades y procesos que incorpora los principios de la economía circular en la gestión integral de residuos sólidos.

Se emplearon diversos instrumentos como listas de verificación, entrevistas semiestructuradas con el personal operativo y administrativo, flujogramas, mapas de ruta y mapas de proceso. A través de la observación, se completaron flujogramas y se elaboraron mapas de proceso y de ruta para representar las condiciones iniciales en las tres empresas. Se analizaron los resultados de procesos clave como aprovisionamiento, producción y distribución, enfocándose en desperdicios, manejo de materiales y procedimientos.

Con la colaboración del personal de las empresas objeto de estudio se crearon nuevos diagramas que reflejaban condiciones que optimizaron el rendimiento, la eficiencia y la eficacia. Luego se realizó un diagnóstico enfocado en la gestión de residuos sólidos, con el propósito de establecer una línea base ambiental.

Posteriormente, se ejecutó una revisión ambiental inicial (RAI) para determinar la posición inicial de la organización en relación con su rendimiento ambiental y cumplimiento normativo. Con base en el ciclo PHVA (planificar, hacer, verificar, actuar), se desarrollaron estrategias para mejorar el rendimiento ambiental, centrándose en el control operacional de los aspectos más significativos. Para mantener la eficacia del sistema, se recomendó el seguimiento a través de la implementación de objetivos y metas ambientales, con la utilización de indicadores de desempeño (eficiencia y eficacia) para alcanzar los objetivos planteados en este proyecto y mejorar el desempeño ambiental de las empresas involucradas.

En el campo de la eficiencia energética en las empresas asociadas. La metodología implementada permitió una identificación precisa de los problemas existentes, destacando la presencia de equipos poco eficientes y la falta de mantenimiento adecuado. Además, se identificó la persistencia de procesos energéticos convencionales y una falta de adopción de tecnologías de energías renovables de las empresas, lo que impactó positivamente en su sostenibilidad y competitividad. El enfoque en la economía circular también tuvo un impacto positivo en la cadena productiva del café, promoviendo prácticas más responsables desde el punto de vista ambiental.

Para el logro del cuarto objetivo, desarrollo de prototipos, la metodología asumida permitió un mejor aprovechamiento de los residuos del proceso, para lograr el cierre del ciclo del producto de café, mediante el diseño del producto, con herramientas de análisis cuantitativo y cualitativo, tales como: Análisis de ciclo de vida del producto, ejecución de

entrevistas semiestructuradas a los 3 empresarios de los establecimientos de café donde se evalúan sus necesidades y los resultados del diagnóstico de los componentes, materiales, residuos sólidos y eficiencias energéticas.

- Se recopilaron datos relevantes sobre el proceso de producción del café, incluyendo la siembra, cosecha, procesamiento, envasado, transporte y preparación en tiendas de café de especialidad. Estos datos serán útiles para generar el análisis de ciclo de vida.

- Se aplicaron entrevistas semiestructuradas a los empresarios para comprender las necesidades, desafíos y percepciones en relación con la gestión de residuos y la implementación de prácticas de economía circular en sus establecimientos, enmarcadas en el proceso del café.

- El análisis de datos se realizó a través de la transcripción de las entrevistas de manera cualitativa, con análisis de contenido para identificar temas relevantes.

- A partir del estudio técnico en cada uno de los establecimientos de café donde se evaluaron los componentes, materiales, residuos sólidos generados y las eficiencias energéticas de sus operaciones actuales y basados en los datos recopilados y las necesidades identificadas en las entrevistas.

- Revisión del estado del arte de todos los productos innovadores que actualmente se están produciendo y desarrollando a partir de los residuos y subproductos del proceso de producción de café.

- Se procede al diseño y desarrollo del prototipo que permita el aprovechamiento de los residuos del proceso de café desde todas las etapas del proceso de producción.

- La evaluación de este diseño se realizará por medio de lista de chequeo y será aplicada por los empresarios, investigadores e invitados externos al proceso donde se permita generar una ponderación a variables como: materiales, residuos, energía, innovación, aplicación, costo vs. beneficio, circularidad, desarrollo del producto. Y de esta lista de chequeo se identificaron 2 productos.

- Se involucrará uno de los diseños que se están trabajando en el Centro Agroindustrial, denominado: Aprovechamiento de subproductos agrícolas para producir mosca soldado negro como potencial fuente de proteína para la formulación de concentrados.

Resultados

Las recomendaciones generadas a partir de este análisis brindaron soluciones concretas para abordar estos desafíos. Como resultado, se logró una significativa mejora en la gestión energética y en el manejo de residuos sólidos.

El café es un producto que puede gestionarse de manera sostenible e integrarse en una economía circular con el ánimo de minimizar el desperdicio y maximizar el valor de sus productos en todas las etapas de su ciclo de vida. Para lograr un manejo sostenible del café como materia prima e integrarlo en una economía circular, los productores y empresarios deben velar por:

1 Producción sostenible. En la producción de café se deben utilizar prácticas agrícolas sostenibles, como la agricultura orgánica o de comercio justo. Esto incluye la gestión responsable de los suelos, la conservación del agua y la biodiversidad y prácticas que reduzcan la huella de carbono.

2 Reciclaje de residuos agrícolas. Los residuos de café, como la cáscara, la cereza y el mucilago, pueden recuperarse y usarse de diversas formas. Por ejemplo, las cáscaras de café pueden convertirse en abono orgánico o en materiales de construcción sostenibles.

3 Envases reutilizables y reciclables. Las dos tiendas de café de especialidad en las que ejecutamos el proyecto emplean vajilla reutilizable.

4 Logística inversa. En este sentido la recomendación dada a los establecimientos fue la implementación de sistemas de logística inversa, de forma tal que se reciclen todos los subproductos y se reutilicen contenedores, empaques, bolsas, vajillas para minimizar costos e incrementar la productividad del establecimiento.

5 Economía colaborativa. Establecer redes de economía colaborativa entre productores y comercializadores para minimizar el desperdicio y maximizar el valor de los subproductos.

6 Educación y sensibilización. Son imprescindibles en el fomento de una economía circular en la industria del café.

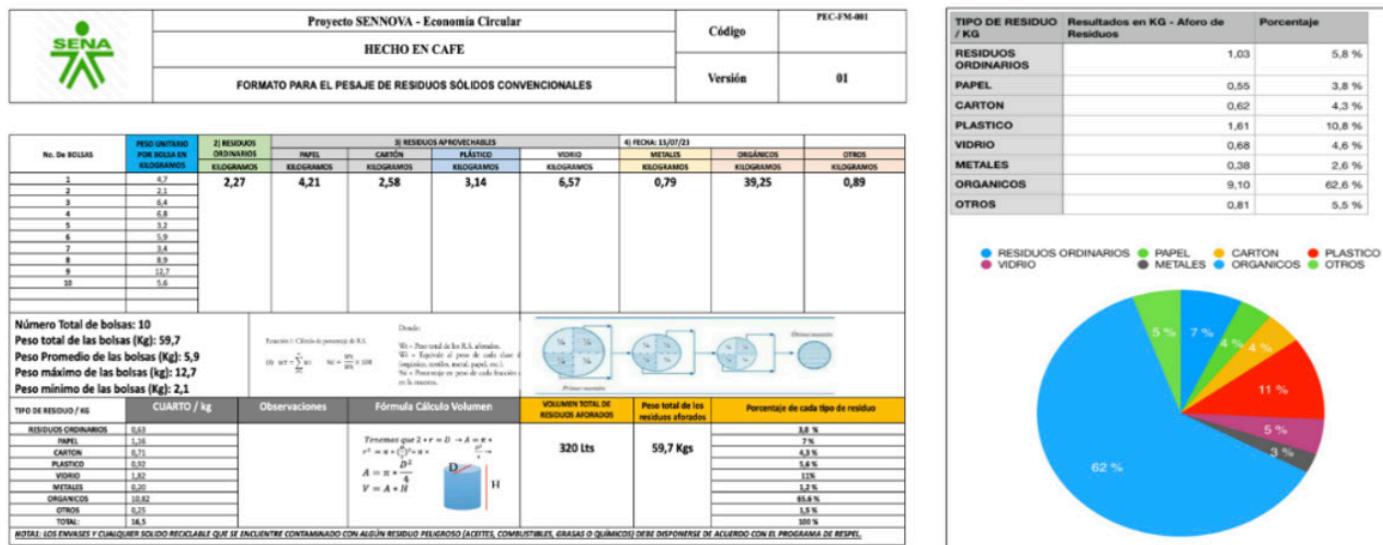
Implementar un modelo de economía circular en un establecimiento de café, requiere un enfoque integral del material y de su proceso logístico que abarque toda la cadena de valor, desde la producción hasta el consumo, mediante la adopción de prácticas sostenibles, la gestión eficiente de los residuos, el reciclaje y la promoción de la reutilización.

Para determinar la cantidad y la composición de los residuos sólidos que las tres empresas generan, se practicó una caracterización de estos mediante la técnica del aforo de residuos, en la que se acude al método del cuarteo de residuos. Con este procedimiento se determinó el porcentaje de materia orgánica, papel, vidrio, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), entre otras clases de residuos que se generan. Esta labor suministró una base para proyectar el crecimiento de esos residuos en función del tiempo. De igual forma, se pudo evaluar la composición fisicoquímica y biológica de los residuos, la cual es el fundamento para la toma de decisiones sobre su aprovechamiento, tratamiento y disposición final (Montoya, 2012).

La creación e implementación de un protocolo de economía circular para la transferencia de conocimiento, tecnología e innovación para mitigar los efectos de los impactos ambientales derivados de la generación de residuos sólidos desde la base de la sociedad está enmarcada en las dinámicas asociadas a la cadena productiva del café, dado que permiten a este sector fortalecer las políticas sectoriales de sostenibilidad ambiental. Para las tres empresas de la cadena productiva del café en el Quindío se pretende brindar un escenario participativo, con enfoque autosostenible y autosustentable, mediante la incorporación de procesos y tecnologías limpias y verdes, minimizando al máximo la huella de carbono.

Finalmente, se pudo determinar que las tres empresas evaluadas no presentan un conocimiento profundo de los lineamientos de la economía circular en la gestión integral de residuos sólidos debido, sobre todo, a la falta de apoyo del sector público, privado y de los entes territoriales. Asimismo, se pudo evidenciar la falta de cohesión y un inadecuado proceso organizativo sectorial en los tres municipios donde se encuentran estas empresas.

Figura 1
Caracterización de residuos generados por porcentaje de participación de acuerdo con corriente de residuos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 2
Línea base para la mejora de las eficiencias energéticas

SENA		CENTRO DE COMERCIO Y TURISMO REGIONAL QUINDÍO		HECHO EN CAFÉ	
		Aporte de criterios de economía circular a la sostenibilidad de tres empresas de la cadena productiva del café en Quindío - SGPS-10954-2023			
		FORMATO CONOCIMIENTO PREVENTIVO DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA			
Establecimiento	Barrio Libertadores Manzana M Casa 13. Armenia Quindío		www.hechoencafe.com		
ITEM	CONOCIMIENTO PREVIO DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA		RECOMENDACIONES INICIALES	DOCUMENTOS	
1			CON RECOMENDAC.	SIN RECOMENDAC.	
1.1	PLANOS DE ÁREAS DE TRABAJO Y EQUIPAMIENTO ELÉCTRICO		PLANOS	RETIE	NTC 2050
1.1.1	TRANSFORMADOR TRIFÁSICO 112.5 KVA 208V/120V NO EXCLUSIVO ARUQ 0508		TRANSFORMADOR		
1.1.2	CONTADOR BIFÁSICO #1219104946 NIU 245146		CONTADOR	ESTUDIO DE ENERGÍA	VOLTAJES Y AMPERAJES
1.1.3	TRANSFERENCIA RED/PLANTA		NO		
1.1.3.1	OPERACIÓN NORMAL		NO APLICA		
1.1.3.2	REQUIERE DE MANTENIMIENTO		NO APLICA		
1.1.4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL BIFÁSICO		A TABLERO CIRCUITOS		
1.1.4.1	OPERACIÓN NORMAL		SI		
1.1.4.2	REQUIERE DE MANTENIMIENTO		NO	CATÁLOGO	PROTOCOLO MANTENIMIENTO
	MEDIDAS ELÉCTRICAS		NO APLICA		

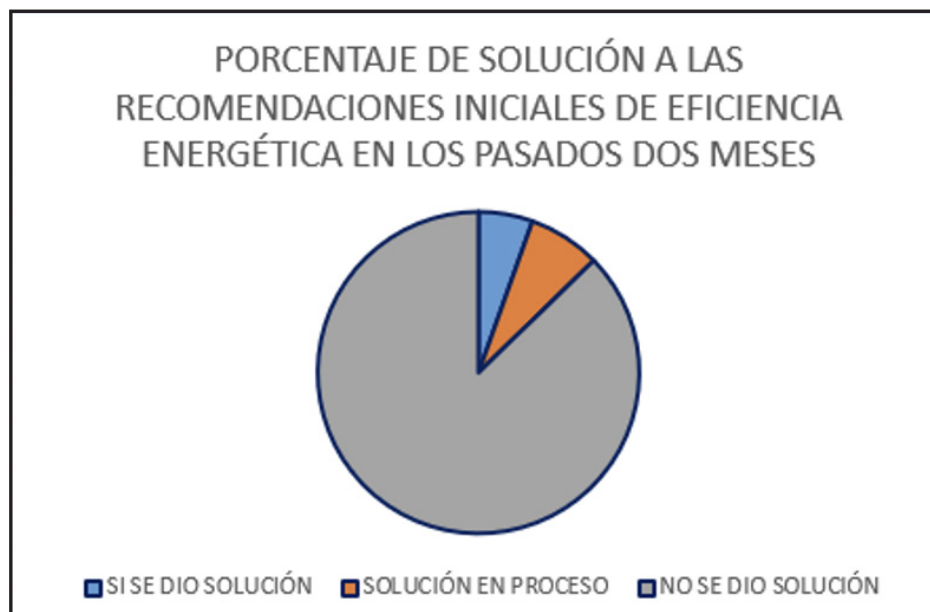
Fuente: Elaboración propia.

Con relación a las eficiencias energéticas, la figura 2 proporciona una visión general de la estructura del documento TIC, que comprende la línea base que sirve como punto de partida, las recomendaciones específicas para la mejora de la eficiencia energética, los catálogos que detallan las soluciones propuestas y los protocolos que establecen las pautas para el mantenimiento adecuado de los equipos.

La figura 3 indica los valores estadísticos sobre los indicadores de soluciones a las recomendaciones propuestas por parte de las empresas aliadas. Los indicadores señalaron Si se solucionó, No se solucionó y en Proceso de solución. En conjunto, estos resultados reflejan el éxito del proyecto en su objetivo de impulsar cambios significativos en el ámbito de la eficiencia energética y la sostenibilidad en el sector de producción de café.

Figura 3
Indicadores de recomendaciones

PORCENTAJE DE SOLUCIÓN A LAS RECOMENDACIONES INICIALES DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LOS PASADOS DOS MESES			
INDICADORES	SI SE DIO SOLUCIÓN	3	5,5%
	SOLUCIÓN EN PROCESO	4	7,3%
	NO SE DIO SOLUCIÓN	48	87,3%
	TOTAL DE RECOMENDACIONES	55	100%



Fuente: Elaboración propia.

Aprovechamiento de la cereza de café

Para el prototipo de café, el proceso se centró en dos fuentes principales de residuos: la cereza y la borra de café, con el objetivo de cerrar el ciclo del producto de café en tiendas de especialidad. Se presentan a continuación los resultados clave obtenidos a partir de estas fuentes de residuos.

Harina de cereza de café. Según el proyecto de grado titulado Residuos de Cereza de Café, Guerrero, Zapata, 2021, refieren que una cucharada de harina de café contiene 6 gramos de fibra; proporciona un 14% del potasio, 15% del hierro y 4% del calcio que se necesita todos los días, y cuenta con 35 calorías por porción. Además, las cerezas de café utilizadas para hacer harina de café son una buena fuente de antioxidantes a base de plantas. La harina de café es una excelente fuente de fibra, y ese es su principal beneficio para la salud. El contenido mineral también es beneficioso. La harina de café puede contener antioxidantes que ayudan a combatir el daño de los radicales libres.

Infusiones de cereza de café. En el mercado local se han encontrado hasta el momento de escribir este artículo, que las infusiones a partir de la cereza de café, ofrecen un sabor distintivo y propiedades antioxidantes, que deben ser producidas con la cereza que ha sido cultivado de manera orgánica.

Mermeladas de cereza de café. Se ofertan en tiendas artesanales de productos locales mermeladas, especialmente en municipios productores a partir de la cereza de café, destacándose por su sabor único y su potencial como producto gourmet, que deben ser producidas con cereza de café que ha sido cultivado de manera orgánica.

Alimento para larvas de mosca soldado. El Centro Agroindustrial del SENA Regional Quindío, ha realizado una investigación en la que se ha usado la cereza de café como alimento para larvas de mosca soldado (*Hermetia illucens*). Este enfoque prometedor tiene un doble beneficio al contribuir al manejo de los residuos y producir una fuente de proteína de alta calidad para diversos usos, como la alimentación animal.

Aprovechamiento de la borra de café

Artesanías a base de borra de café. Uno de los establecimientos aliados para el desarrollo de este proyecto cuenta con gran trayectoria en el proceso de desarrollo de productos de decoración, bisutería y joyería utilizando la borra de café como material principal.

Productos para abono de cultivos. La borra de café se ha demostrado como un excelente componente para la elaboración de abono orgánico de alta calidad.

El potencial de la economía circular en la industria del café representa no solo la reducción de los residuos sino también la creación de nuevos productos y oportunidades de negocio. Los prototipos que se desarrollan son considerados productos mínimos viables en el cierre del ciclo del producto de café en tiendas de café de especialidad al transformar lo que antes se consideraban desechos en valiosos recursos.

El proyecto propone soluciones y la implementación de políticas gubernamentales para mejorar la eficiencia en el uso de recursos. Los resultados incluyen manuales, prototipos y protocolos, con el objetivo de promover un desarrollo sostenible en la industria cafetera.

innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocio. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. https://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20EconA%CC%83%C2%B3mia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf

Referencias bibliográficas

- Angela Marina Guerrero Ortiz y John James Zapata Carmona. Anteproyecto de grado: Residuos de cereza de café. Pontificia Universidad Javeriana. 2021 en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/59042/Tesis-de-Grado-DeCereza-AngelaG.%26JohnZ.-MBA->
- Decrecimiento Retiro. (junio 6 de 2021). Economía circular con aroma de café. Agua, energía y decrecimiento. <https://aguaenergiadecrecimiento.wordpress.com/2021/06/06/economia-circular-con-aroma-de-cafe/>
- Forética. (2018). Cerrar el círculo. El business case de la economía circular [Diapositivas de PowerPoint]. Grupo de Acción en Economía circular https://www.foretica.org/business_case_economia_circular_foretica.pdf
- Montoya R, A. F. (2010). Caracterización de residuos sólidos. Cuaderno Activa, 4(2), 67-72. <https://www.catedracogersa.com/wp-content/uploads/2022/09/Cerrar-el-circulo.-El-Business-case-de-la-economia-circular.pdf>
- Ortiz H, J. S. (2019). Modelos empresariales de economía circular en pymes de Cali. [Proyecto de grado, Universidad ICESI]. Repositorio institucional. https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/84703/1/TG02474.pdf
- Presidencia de la República de Colombia (2019). Estrategia nacional de economía circular. Cierre de ciclos de materiales,



Producción de bloques de tierra comprimida (BTC) como alternativa en la construcción de vivienda rural sustentable en el municipio de Dosquebradas, Risaralda

Production of earth blocks compressed (BTC) as an alternative in the construction of sustainable rural housing in the municipality of Dosquebradas, Risaralda





Resumen

En este artículo se planteó la producción de bloques en tierra comprimida compuestos por una mezcla de cenizas volcánicas, limos y arcillas, como alternativa de construcción de muros no estructurales en vivienda rural sostenible en el municipio de Dosquebradas. Los bloques elaborados permitieron comprobar y obtener una buena resistencia mecánica a la compresión, en comparación con ladrillos convencionales, generando una alternativa de construcción sustentable una vez que la materia prima se obtuvo de suelos sobrantes de excavación.

Abstract

In this article, the production of compressed earth blocks composed of a mixture of volcanic ash, silt and clay, was proposed as an alternative for the construction of non-structural walls in sustainable rural housing in the municipality of Dosquebradas. The blocks produced allowed us to verify and obtain good mechanical resistance to compression, compared to conventional bricks, generating a sustainable construction alternative once the raw material was obtained from soil left over from excavation.

Palabras claves: Bloque, Arcillas, Limos, Cenizas Volcánica, Compresión, Autosostenible, Construcción, Vivienda Rural.

Keywords: Block, Clays, Silt, Volcanic Ash, Compression, Self-sustainable, Construction, Rural Housing.

Introducción

Los sobrantes de Excavación representan un problema medioambiental en el Municipio de Dosquebradas ante la ausencia de sitios de disposición legalizados ante la Corporación Ambiental y la mayor parte de estos si no sen obra se desecha y en algunos casos de forma arbitraria se quema o se deposita en cauces y lotes baldíos.

Adicionalmente si consideramos que en el sector vivienda los costos de los materiales de construcción y su transporte son muy elevados, encontramos dos problemáticas que nos dan la idea de emplear este material sobrante de

excavación, como una alternativa más económica y sustentable para la elaboración de bloques bioecológicos como opción en la construcción de muros no estructurales en vivienda rural sostenible.

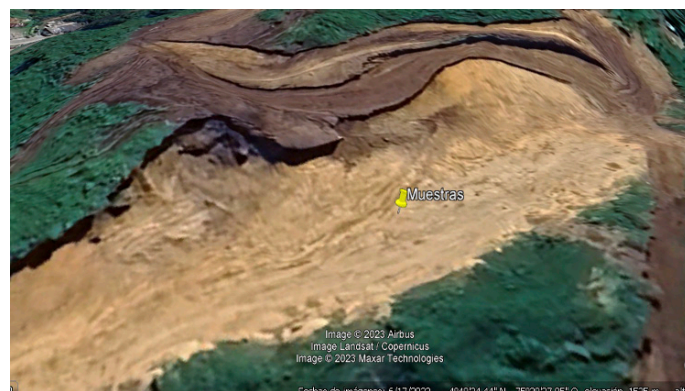
Al mencionar que es sustentable y ecológica nos basamos en que toda la materia prima se puede obtener del terreno natural y que durante su procesamiento no impacta el medio ambiente con el secado en horno o la adición de químicos contaminantes.

Cuando se fabrica un nuevo producto se debe considerar si este es apropiado o no, por lo que la elaboración de este tipo de bloques estará basada en la caracterización física/mecánica de los suelos que componen la materia prima y si resistente principalmente a compresión. Además, debemos tener en cuenta las diferentes técnicas usadas en la fabricación de los mismos.

Localización de las muestras

Las muestras de suelo se tomaron en el Municipio de Dosquebradas, en el barrio Frailes en las coordenadas: 4°48'35.96"N y 75°39'28.69"O.

Imágen Imagen 1. Localización de Apiques

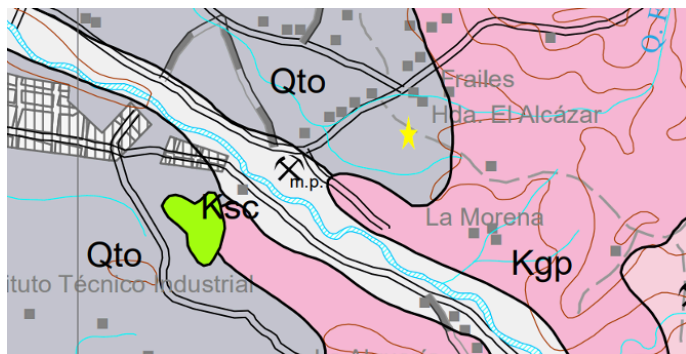


Fuente: Satellite Imagery (2023). en Airbus. www.airbus.com

3. Descripción geológica de las muestras

Litológicamente el Municipio de Dosquebradas se caracteriza por el predominio de los flujos volcanoclásticos que están conformados por niveles de rocas volcánicas, rocas metamórficas y lapilli y su origen, puede relacionarse con eventos de deshielo súbitos asociados con el volcanismo reciente que caracteriza a la cordillera central del Complejo Volcánico Ruiz – Tolima.

Imágen 2
Geología del sector. Flujo de lodo y cenizas recientes (Qto) 1



Fuente: Satellite Imagery (2023). en Airbus. www.airbus.com

Metodología

Recolección de materia prima. Consiste en recolectar el suelo mediante muestras extraídas en campo en el área de excavación.

Depuración de la materia prima. Se refiere a la clasificación del material mediante tamizado en cribas metálicas, eliminando raíces y material granular.

Clasificación del suelo para elaboración de los BTC. A través de Quince (15) pruebas de laboratorio como granulometría, límites de Atterberg para los suelos producto del movimiento de tierras se clasifican y se obtienen parámetros como Contenido de Humedad, Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad y se clasifican mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

Moldeado de material Consiste en llenar el molde de la prensa de accionamiento manual con el material cribado y aplicarle la compresión necesaria para la generación del bloque.

Secado de los bloques. Los BTC se dejaron secando a temperatura ambiente sin uso de hornos y bajo cubierta para evitar el deterioro y el impacto medio ambiental. La fabricación y secado se realizó con intervalos de 3 semanas.

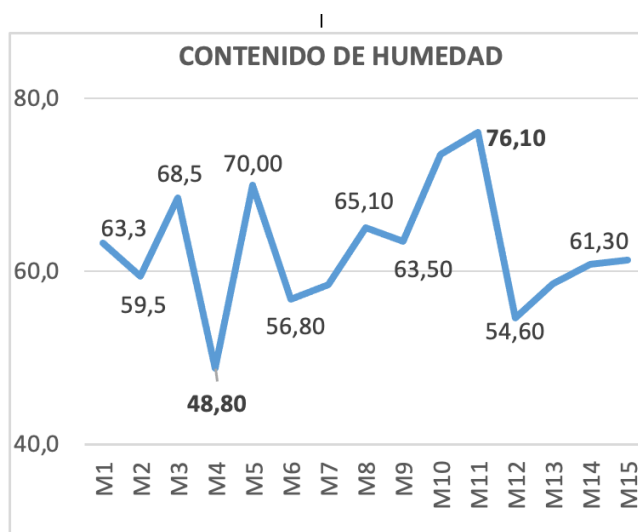
Pruebas de laboratorio. Se realizaron pruebas de variabilidad dimensional, Porcentaje de absorción de los BTC, además de la prueba de resistencia a la compresión.

Restricciones y limitaciones se puede mencionar que los BTC no quedan con dimensiones específicas respecto a la altura debido a la variación en la aplicación de la fuerza a la prensa y de la cantidad de material en el molde.

Resultados

Clasificación del suelo para elaboración de los BTC. Se observan las características físicas e intrínsecas del suelo mediante el ensayo de granulometría, límites de Atterberg para los suelos producto del movimiento de tierras se clasifican y se obtienen parámetros como Contenido de Humedad, Límite Líquido, Límite Plástico, Índice de Plasticidad y se clasifican mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Como se observa en la Gráfica 1, el contenido de humedad máximo es de 76.1 % y el mínimo de 48.8% con valor promedio de 62.6%.

Gráfica 1
Contenido de humedad (W%)



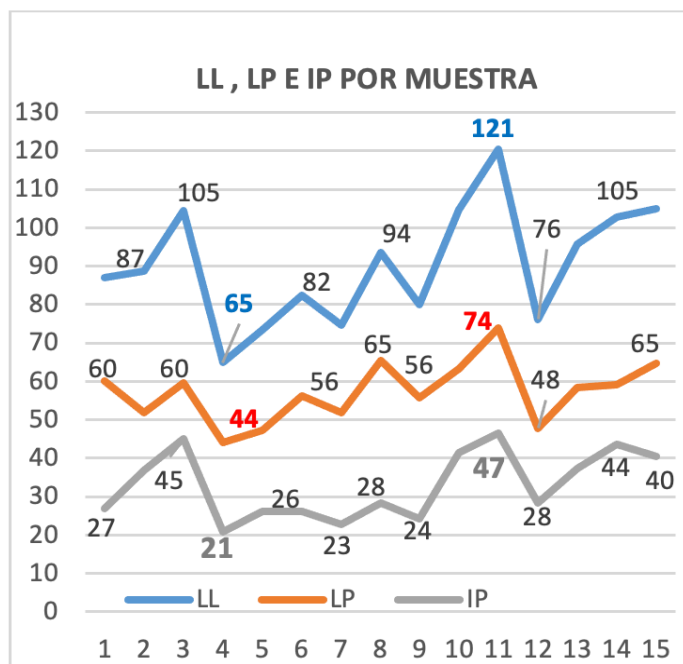
Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfica 2 encontramos que el cálculo del índice de plasticidad en función del límite líquido y el límite plástico genera valores altos donde el Índice e Plasticidad máximo es de 46.6 y el mínimo de 20.9% con valor promedio de 33%, valores que de acuerdo al SUCS nos permiten clasificar todas nuestras muestras como MH (Silt High Liquid Limit) Limo de Alta Plasticidad.

Elaboración del primer BTC

En la primera muestra, no se realizaron mediciones de la cantidad de material usado y se agregó a la prensa un material adicional como fue el aceite con el ánimo de desmoldar el bloque con mayor facilidad. Sin embargo el BTC se hizo pedazos al desmoldarlo y se quedaron muchos fragmentos adheridos en la prensa.

Gráfica 2
Límite Líquido, límite Plástico e índice de Plasticidad de las muestras.



Fuente: Elaboración propia.

Elaboración del segundo BTC

Para esta segunda muestra se eliminó el uso del aceite, pero al desmoldar el bloque, también se hizo pedazos. Sin embargo no quedaron fragmentos adheridos en la prensa.

Elaboración del Tercer BTC

Para esta tercera muestra se agregó una formaleta de bloque adicional en la base de forma tal que sirviera de apoyo en el momento de desmoldar el bloque y de esta forma se logró retirarlo con éxito sin embargo el proceso debe realizarse con sumo cuidado ya que las esquinas tienden a desprenderse.

Pruebas de variabilidad dimensional

Respecto a este ensayo la norma indica que para Ladrillos artesanales Tipo I se debe cumplir lo indicado en la Tabla 1.

Tabla 1
Variabilidad dimensional.

Norma	Largo	Ancho	Alto
	Más de 150 mm	Hasta 150 mm	Hasta 100 mm
Valor	±4	±6	±8
Muestras	3.19	5.49	1.09
Cumple	SI	SI	SI

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de Absorción de humedad en %.

La NTC 42053 establece que para Cinco (5) Unidad de ladrillos no estructurales el porcentaje de absorción debe estar entre el 13,5% y el 20% y en los BTC se encontró valor promedio de 13.33 como se indica en la Tabla 2.

Tabla 2
Prueba de Absorción de humedad.

BTC	Peso Seco BTC (g)	Peso Saturado (g)	Absorción (%)
1	3,518	3,975	12.98
2	3,472	3,935	13.34
3	3,581	3,947	10.21
4	3,498	4,004	14.45
5	3,504	4,053	15.66
Promedio			13.33

Fuente: Elaboración propia.

Pruebas de compresión. Cada una de las pruebas fueron realizadas en el laboratorio de suelos del Centro de Diseño e Innovación tecnológica en Industrial (CDITI) ubicado en las instalaciones del Sena en el Municipio de Dosquebradas y en estas pruebas se usó una maquina especializada para ensayos de compresión, que consiste en aplicar una carga axial de compresión mediante un bastidor a cada BTC, con la que se obtuvieron los datos de la fuerza que soportan en el punto de falla, que relacionamos a continuación en la Tabla 3 y las Gráficas 3 y 4.

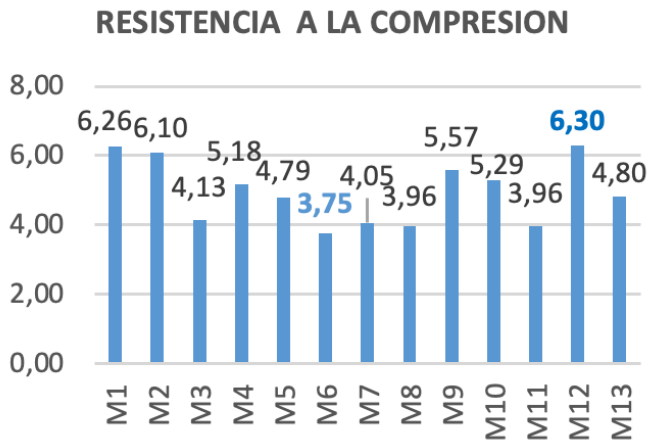
Tabla 3
Peso (Kg) y Resistencia a la Compresión (Kg/cm²)

MUESTRA	PESO BTC (KG)	R (KG/CM ²)
1	4.6	6.26
2	3.3	6.10
3	3.9	4.13
4	4.0	5.18
5	3.5	4.79
6	3.1	3.75
7	4.4	4.05
8	3.3	3.96
9	5.0	5.57
10	4.0	5.29
11	3.2	3.96
12	3.5	6.30
13	3.7	4.80

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3

Resistencia a la Compresión (Fb) (Kg/cm²)



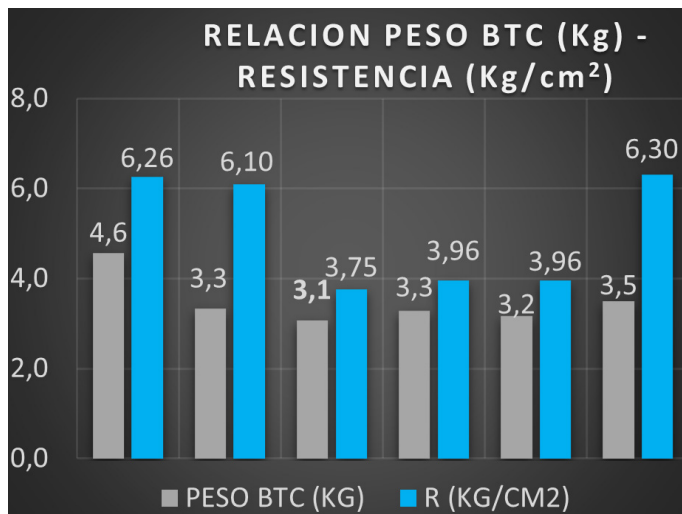
Fuente: Elaboración propia.

En los resultados mostrados en la gráfica 3 se observa la resistencia a la compresión para cada una de las muestras. La diferencia de color mostrada en dos de los resultados indica el máximo y el mínimo obtenido.

En la gráfica 4 podemos observar la relación entre el peso y la resistencia a la compresión de una muestra compuesta por Tres (3) resultados máximos y Tres (3) resultados mínimos.

Gráfica 4

Relación Peso BTC Vs (Fb) (Kg/cm²)



Fuente: Elaboración propia.

Si nos apoyamos de la norma NTC 4205 y tomamos los BTC como unidades que se usaran en interiores como muros divisorios tomarían el nombre de BTC-I No Estructural y cuando verificamos que sus 2 perforaciones Verticales no superan el 65% del área bruta de la sección transversal en la que

será apoyado el muro, podemos concluir que se cumple con el criterio de BTC-I No Estructural con Perforación vertical.

Sin embargo el requisito referente a la resistencia a la compresión no se cumple a causa de que para esta tipología de ladrillo que ha sido previamente secado en horno a altas temperaturas la norma solicita un valor mínimo de 15 Pa y la norma no considera los ladrillos o bloques artesanales secados a temperatura ambiente en un mayor lapso de tiempo, así que no ha sido posible encontrar un referente de comparación para nuestros BTC.

Pruebas futuras

Se pretende continuar con las pruebas para caracterizar mejor aún el material, realizando varias composiciones ya que a partir de los resultados obtenidos durante la fabricación y pruebas de los BTC se presentaron propuestas para mejorar las dimensiones y cuantificar las proporciones del suelo. Adicionalmente el secado de los BTC se dio de manera natural y por ello se podría realizar su secado al horno buscando incrementar su resistencia y obtener un punto de comparación con la normatividad actual.

En la segunda fase, se pueden obtener mejoras en las propiedades mecánicas relacionadas a la resistencia a la compresión, con nuevas dosificaciones, métodos de compactación, cambios en el proceso de secado y teniendo en cuenta que el molde juega un papel importante en la variabilidad del área que va ligada directamente a la resistencia.

Se espera evaluar el impacto ambiental que provocaría el secado de los BTC cuando se secan en un horno a diferentes temperaturas y fabricar un elemento de compactación del tamaño del molde para mejorar este proceso.

Se podría realizar una mayor cantidad de ensayos para validar los resultados preliminares obtenidos y no sólo fallarlos a Compresión como ladrillos de perforación vertical sino como ladrillos Macizos garantizando que sus 2 perforaciones sean menores al 25% del volumen como solicita la norma.

Discusión

Durante la fabricación de los BTC con suelo proveniente de material sobrante de excavación se elaboraron de forma artesanales uno a uno en una prensa manual, considerando un tiempo de secado que oscilaba entre 3 y 4 semanas a temperatura ambiente y usando la proporción del material en su estado natural.

El resultado de estudio en la prueba de compresión del BTC #12 se logra la mayor resistencia del material de 6.3 Kg/cm² y este mismo ensayo fue aplicado para el BTC #6 en el que se dio resistencia de 3.75 Kg/cm², a pesar que la diferencia de área y peso es mínima, nos indica que dicha variación radica en la composición que tenía el BTC #12 con respecto al BTC #6.

Conclusiones

Con la elaboración de este Proyecto se pudo realizar un procedimiento para la producción de bloques en tierra comprimida BTC, así como el análisis de la normativa del sector y comprobar que este material, presenta un buen comportamiento ante diversas pruebas que exige dicha norma, pese a no tener un referente respecto a la resistencia obtenida por mampuestos que no han sido secados en horno y que si se compara sus valores obtenidos no cumpliría con la resistencia esperada en los procesos de fabricación tradicional.

Por esta razón podríamos pensar que se cumple en cierta medida los objetivos propuestos inicialmente pero se plantea la ampliación del estudio mediante la realización de una mayor cantidad de ensayos que permitirán probar nuevas variantes en busca de una mayor resistencia.

En virtud de que la producción de los BTC se realizó de manera artesanal, se considera en el futuro continuar con el estudio para mejorar los procesos planteados buscando controlar algunas propiedades físicas, mecánicas y térmicas, así como cambiar el proceso de secado y estandarizar las medidas en la producción del BTC, para generar una muestra más uniforme y con menos variabilidad dimensional.

Agradecimientos

Expreso mis agradecimientos a la Doctora Sandra Yulieth García Subdirectora de centro CDITI,

al Ingeniero Rodolfo Antonio Ramírez Coordinador Académico del Área de Procesos Constructivos CDITI por brindarme la oportunidad de desarrollar este proyecto y gestionar la creación del laboratorio del primer laboratorio de suelos del CDITI y a los Investigadores SENNOVA Martha Elizabeth Cortés y Juan Carlos García, por su asesoría en el desarrollo del proyecto.

Un agradecimiento muy especial a los aprendices de los grupos 2366900, 2658906 y 2716120 que participaron en diferentes etapas del proyecto. Este proyecto forma parte del Grupo Teinnova, Procesos Constructivos. Cimientos de Paz del Sena Sede CDITI, Dosquebradas Risaralda.

Referencias bibliográficas

Geología y Geoquímica de la Plancha 224 Pereira. Ingeominas,1984.

José Luis Maure, María Candanedo, Jean Carlos Madrid, Marco Bolobosky, Nacarí Marín, "Fabricación de Ladrillo a base de polímeros PET y virutas metálicas". Universidad Tecnológica de Panamá. Licenciatura en Ingeniería Mecánica. Panamá, 2018.

NTC 4205: Unidades de mampostería de arcilla cocida, ladrillos y bloques cerámicos. ICONTEC, 2000.



Fortalecimiento del aprendizaje significativo en ciberseguridad a través del simulador Hackend en el centro Biotecnológico del Caribe

Strengthening meaningful learning in cybersecurity through the Hackend simulator at the Centro Biotecnológico del Caribe





Resumen

En el presente artículo, se exponen diferentes teorías y estrategias pedagógicas expuestas por diferentes autores, enfocadas al fortalecimiento del aprendizaje a través de herramientas tecnológicas mediadas por simuladores. El alcance del proyecto está limitado al Centro Biotecnológico del Caribe, perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), regional Cesar; dirigido a una población de treinta y siete estudiantes, distribuidos en tres grupos de un mismo programa de formación. El objetivo principal fue desarrollar una estrategia para fortalecer el aprendizaje en ciberseguridad aprovechando el potencial del simulador Hackend en los aprendices del programa Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistema de Información.

La metodología implementada fue desarrollada a partir de un estudio de carácter cualitativo, implementando un diseño investigación - acción, la cual permitió realizar una búsqueda exhaustiva a través de revistas científicas, textos y bases de datos académicas; pero también fue posible una interacción directa con los estudiantes en todo el proceso, gracias al uso del Aprendizaje Basado en Problemas y el modelo pedagógico del SENA, el cual está orientado a la Formación Profesional Integral (FPI). El trabajo concluye que, las estrategias tecnológicas mediadas por simuladores, sirven de apoyo al fortalecimiento del aprendizaje en ciberseguridad de manera significativa y aprovechan de forma eficiente su potencial dentro del aula al incorporarse dentro de un buen ambiente de aprendizaje.

Abstract

In this article, different theories and pedagogical strategies presented by different authors are presented, focused on strengthening learning through technological tools mediated by simulators. The scope of the project is limited to the Center

Caribbean Biotechnology, belonging to the National Learning Service (SENA), Cesar regional; aimed at a population of thirty-seven students, distributed into three groups of the same training program. The main objective was to develop a strategy to strengthen cybersecurity learning by taking

advantage of the potential of the Hackend simulator in the trainees of the Technologist in Information System Analysis and Development program. The methodology implemented was developed from a qualitative study, implementing an action research design, which allowed an exhaustive search to be carried out through scientific journals, texts and academic databases; but a direct interaction with the students throughout the process was also possible, thanks to the use of the Problem-Based Learning and the SENA pedagogical model, which is oriented to Comprehensive Vocational Training (FPI). The work concludes that technological strategies mediated by simulators serve to support the strengthening of learning in cybersecurity in a significant way and efficiently take advantage of their potential within the classroom by incorporating themselves into a good learning environment.

Palabras claves: Educación, Hackend, simuladores, aprendizaje, ciberseguridad

Keywords: Education, Hackend, simulators, learning, cybersecurity

Introducción

Las TIC implementadas como recurso educativo en el aula han alcanzado un impacto positivo en la enseñanza y el aprendizaje a través de los años. Gracias a ellas, se crean entornos de aprendizajes interactivos, de tal manera que, promueve la creatividad, la innovación, la participación y favorece la contextualización de los contenidos pedagógicos que son de carácter teórico (Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 2016).

Sin embargo, el impacto que ha generado la globalización viene acompañado de grandes problemas de privacidad y seguridad en la información, es decir, existen a su vez, vulnerabilidades en el llamado mundo de la ciberseguridad al utilizar de manera masiva y constante las diferentes herramientas tecnológicas a disposición actualmente (COE, 2021).

Estas vulnerabilidades, de acuerdo con lo expresado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones, UIT (2021), son reconocidas como un fallo en los sistemas de información que puede ser explotado por un usuario externo generando un riesgo potencial para la organización o para el sistema en sí. De ahí la importancia de poder identificar con tiempo todas esas posibles amenazas que permitan aprovechar una brecha en

la seguridad. Las amenazas por su parte pueden proceder de forma interna como: mal manejo de contraseñas, no usar cifrados, virus, etc. Pero también de forma externa como: incendios, inundaciones, terremotos, entre otros.

Por lo tanto, es evidente la importancia de tener buenas bases pedagógicas sobre el tema. No obstante, algunas evidencias muestran las dificultades que presentan los estudiantes para identificar y evaluar las vulnerabilidades existentes en un sistema de información o en una herramienta tecnológica en específico. Haciendo un análisis de las posibles causas de esta situación y contrastándolas con las investigaciones teóricas se pueden identificar varias causas que pueden explicar este fenómeno y que afectan directamente en este proceso. En primera instancia, no se desarrollan de forma pertinente los contenidos temáticos en el aula, por lo tanto, no es posible asociar de manera acertada los conceptos tratados durante la clase dentro del contexto social (Carrascosa & Domínguez, 2017).

Es decir, al salir del aula el estudiante no es capaz de relacionar o poner en práctica lo aprendido. Tal como lo asevera Martínez Pérez, Gutiérrez Castillo, & Fernández Robles (2018), cuando se trabaja por competencias es importante comprender el contenido de la enseñanza y la adquisición de habilidades, y por lo tanto saber actuar, significa transferir los conocimientos adquiridos a su aplicación en la vida cotidiana.

Otro aspecto importante a considerar se debe a que, los conocimientos sobre Ciberseguridad son muy específicos y la mayoría de los docentes de la institución exponen temas con bases demasiadas teóricas y sin aplicaciones en contextos de la vida real. Como lo sustenta Arroyo (2014) y citado por la Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa (2016), cuando se abordan temas tan específicos como los de Ciberseguridad, es de suma importancia la incorporación de simulaciones que involucre a los estudiantes en la experiencia de desarrollar hábitos, habilidades y mapas mentales que influyen en el comportamiento del usuario. A su vez, dinamizar los conceptos e incorporar simuladores permite la capacidad de resolver la situación problemática a través de la contemplación y el razonamiento.

Finalmente, una causa importante en el bajo desempeño de los estudiantes en temas de Ciberseguridad y que puede hacer la diferencia en todo el proceso pedagógico, es la falta de estrategias de aprendizajes que permitan clases innovadoras las cuales generen motivación y el interés en los estudiantes. A pesar de contar con herramientas tecnológicas a la vanguardia

dentro de las instituciones educativas, no se le ha dado un uso apropiado que permitan generar un impacto significativo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, Costas (2020), sostiene que, es importante que el instructor adquiera ciertas capacidades, conocimientos y reacciones que lo capaciten para utilizar tácticas innovadoras y modelos alternos, que incluyan la educación mediante TIC, donde el estudiante tenga un papel activo y más grande responsabilidad de su aprendizaje en el proceso.

Por lo tanto, algunos autores como Carrascosa & Domínguez (2017), sugieren que la falta de materiales educativos o recursos innovadores dentro del aula no permiten desarrollar un aprendizaje coherente que permitan llevar una continuidad en el abordaje de los temas por parte del docente. Es por ello que, el MEN (2017), sugieren que, las estrategias pedagógicas deben estar integradas con cada Proyecto Educativo Institucional (PEI) de las diferentes Instituciones Educativas (IE), sean estas públicas o privadas, el cual contiene las construcciones teóricas que cada IE considera pertinente para lograr un perfil de alumno que se corresponda con su particular realidad histórica y sociocultural que desea formar.

A través de este artículo, se presenta el desarrollo de una estrategia pedagógica para el fortalecimiento del aprendizaje y las competencias en ciberseguridad aprovechando el simulador Hackend como mediador de este proceso. El estudio fue realizado en los estudiantes del programa Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información del Centro Biotecnológico del Caribe, pertenecientes al Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA; los cuales presentaban dificultades al momento de evaluar en un contexto real los conocimientos aprendidos en temas de ciberseguridad durante su proceso de formación dentro del aula, y, por lo tanto, se buscó en todo momento a través de estrategias pedagógicas innovadoras que, el estudiante tuviera una experiencia cercana a las actividades que se realizan en el sector productivo, al tiempo que, se incentiva a la participación, la creatividad, al trabajo colaborativo e interés durante su aprendizaje.

Materiales y métodos

El tipo de investigación que se adoptó en esta investigación fue de carácter Cualitativo, implementando un diseño Investigación - Acción. Esta selección se realizó al considerar unas características importantes propuestas por Hernández Sampieri & Mendoza Torres (2018), las cuales se ajustan a este tipo de investigaciones y guardan relación con: los fundamentos estadísticos, se conducen en ambientes naturales donde no existe manipulación, ni alteración de la realidad, los planteamientos son más abiertos y se van enfocando en la medida que avanza la investigación, los métodos que se utilizan para la recolección de los datos no son estandarizados ni completamente predeterminados. Antes bien, se consideran los puntos de vistas de cada participante, así como la interacciones entre ellos o grupos. Además, el proceso es inductivo, recurrente, se analizan diversas realidades que son subjetivas y no presenta una sucesión lineal en los eventos transcurridos.

En cuanto a las hipótesis manejadas [hipótesis de investigación (Hi) y la hipótesis nula (Ho)] que intentaron dar respuesta a la pregunta de investigación planteada, se establecieron las siguientes:

- **Hi:** se puede aprovechar el potencial del simulador HACKEND en el aula para propiciar un fortalecimiento de competencias en ciberseguridad en los aprendices del Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información del SENA.

- **Ho:** no es posible propiciar un fortalecimiento de competencias en ciberseguridad en los aprendices del Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información del SENA a través del uso del simulador HACKEND.

Por su parte, al considerarse una investigación de tipo cualitativa, se identificaron unas “Categorías” con el propósito de señalar aspectos relevantes del tema de estudio, analizar la distribución de la población, formular una relación explicativa, descriptiva o predictiva al respecto y dar a conocer información sobre su comportamiento. En este sentido, luego de realizar el análisis respectivo, se establecieron las siguientes categorías: Estrategias para fortalecer el aprendizaje (independiente), Potencial del simulador Hackend (independiente) y Competencias en Ciberseguridad (dependiente).

Otros elementos fundamentales en el proceso de la investigación guardan relación con los instrumentos utilizados para la recolección de la información, así como las técnicas y métodos

implementados. Esto permitió de buena forma que, los datos obtenidos en cada uno de los encuentros con las unidades de análisis (estudiantes) se conservaran de manera segura, organizada y guardaran relación con los objetivos establecidos.

Para ello, se implementó la Observación como técnica activa en todo el proceso, de tal manera que, permitió estar atentos a todos los detalles, sucesos, eventos e interacciones que se presentaron. Como instrumento de recolección de información se usaron los Diarios o Notas de Campo para consignar todo lo observado, analizar detalladamente los factores que pudieran estar dificultando el aprendizaje significativo en los estudiantes y realizar las retroalimentaciones de manera oportuna, además de llevar un registro histórico y organizado.

También se utilizó la técnica de la Encuesta, y, a través de ella se pudo identificar falencias, avances, diseñar ambientes de aprendizajes innovadores y participativos, evaluar el proceso de aprendizaje en temas de Ciberseguridad antes y después de implementar el simulador Hackend. En este ítem se diseñaron como instrumento unos Cuestionarios pertinentes y útiles para medir y conocer el avance o nivel de los estudiantes, haciendo uso de preguntas redactadas de una forma estructurada (cerradas con única respuesta).

Otra técnica utilizada fueron las Pruebas diagnósticas, con el propósito de determinar los puntos débiles y fuertes de los estudiantes del programa Tecnólogo Análisis y Desarrollo de Sistema de Información, en cuanto a los temas de Ciberseguridad y conocer, además, hasta qué punto se desenvuelven en las distintas habilidades que son necesarias para contextualizar su conocimiento en situaciones de la vida cotidiana.

Se realizarán dos pruebas diagnósticas a saber. Una primera prueba inicial que permitió tomar decisiones oportunas sobre la formación que deben seguir los estudiantes. Es decir, identificar habilidades, conocimientos e ideas previas, con el fin de adaptar el proceso de enseñanza y aprendizaje a sus necesidades reales, teniendo en cuenta cada característica única. Una segunda prueba diagnóstica de salida, la cual tuvo como propósito determinar qué tanto el estudiante alcanzó los objetivos de aprendizaje durante un período de tiempo específico.

Así mismo se implementó la técnica de Análisis de contenidos, la cual permitió la validación y verificación de diversas fuentes de información y bibliográficas. Dicha técnica estuvo presente

en cada una de las etapas de la investigación, aportando elementos suficientes para consolidar, soportar y dar argumentos a los planteamientos de los diferentes autores que fueron tomados como referentes. En cuanto al instrumento de recolección de los datos, se tuvo en cuenta el instrumento diseñado por Ayala & Salinas (2020) para comparar los simuladores Hackend, securiCAD y AttackIQ; y así poder determinar cuál herramienta era más apropiada para implementar en la investigación.

De igual manera, se utilizó la técnica del Análisis de datos, la cual fue de mucha utilidad para describir, analizar y organizar los datos almacenados en los instrumentos de recolección de información que fueron diseñados, implementados y descritos anteriormente. En cuanto al instrumento de esta técnica, se utilizó la prueba “t” de Student, aplicando una estadística deductiva. A través de ella, se pretendía determinar si había una diferencia significativa entre las medias de los grupos que fueron analizados, y a su vez, contrastar las hipótesis que se plantearon como posibles respuestas a la pregunta de investigación.

Por otra parte, es importante señalar durante este componente metodológico el diseño de un ambiente de aprendizaje propicio y que sirvió de apoyo al fortalecimiento del aprendizaje en Ciberseguridad. Además, se integraron elementos fundamentales como el modelo pedagógico del SENA el cual está completamente orientado a una Formación Profesional Integral (FPI) y el Aprendizaje Basado en Problemas, que, como bien lo señalan Guanochanga Quisupangui (2021) y Galindo Bejarano (2020), estas integraciones permiten una riqueza técnico pedagógica capaz de involucrar en el proceso de una manera sorprendente a los estudiantes, a la vez que, se generan competencias y habilidades sólidas durante su formación. Todo esto, se evidenció en los resultados obtenidos durante las pruebas finales realizadas y que dieron cuenta del trabajo realizado, las cuales evidencian una incidencia positiva del simulador Hackend en el proceso de aprendizaje y aprendizaje de los estudiantes.

En relación a lo anterior, se implementó el simulador Hackend como mediador tecnológico para poner en práctica los conceptos teóricos a través de situaciones que se presentan generalmente en una empresa o institución, y en este sentido poder dinamizar, ambientar las clases, fomentar el interés y la participación de los estudiantes. De ahí que, autores como Aparicio Gómez (2018), sostienen a través de sus conclusiones que, es necesario este tipo de alternativas pedagógicas para fomentar de manera asertiva al pensamiento creativo y

crítico, donde el estudiante a futuro sea capaz de seleccionar, investigar y aplicar sus conocimientos en pro de encontrar soluciones eficientes y pertinentes a una problemática.

En cuanto al montaje de las actividades en el simulador, se realizó a manera exploratoria, un recorrido inicial por cada una de las características técnicas, lógicas y las diferentes etapas que componen la aplicación, con el propósito de identificar los elementos apropiados y que guardaran relación con las temáticas tratadas durante las clases. Con esto se logró un acercamiento interesante, ya que, hubo una reacción positiva al tener una herramienta para ir ejemplificando la teoría, logrando abordar las temáticas con pertinencia y desarrollando las dimensiones de comprensión, cognitivo e interiorización en los estudiantes.

La propuesta pedagógica diseñada a través de esta investigación, la cual está detallada en la figura 1, tuvo como propósito lograr un aprendizaje significativo en temas de ciberseguridad en los estudiantes del programa de formación Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistema de Información del Centro Biotecnológico del Caribe, perteneciente al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), regional Cesar. En este sentido, se logró que, los estudiantes adquirieran las competencias necesarias para poner en práctica los conceptos aprendidos en el aula a través de problemas de la vida real, es decir, desarrollar las capacidades cognitivas, de comprensión e interiorización para contextualizar la teoría.

Para ello, se diseñó un ambiente de aprendizaje propicio, donde el estudiante realizara todas sus actividades pedagógicas, didácticas y tecnológicas. Con relación a esto, se consideró el modelo pedagógico del SENA, el cual está orientado a la Formación Profesional Integral (FPI), donde se tiene en cuenta los procesos educativos teórico-práctico de una manera integral. La presente propuesta pedagógica se relaciona en la medida que, el aprendiz, visto desde una perspectiva humanística (como persona) adquiere y desarrolla permanentemente no solo conocimientos, sino también nuevas destrezas, competencias y aptitudes, que le permite identificar, generar valores y asumir una actitud crítica frente a la vida, la sociedad y el mundo productivo.

Figura 1
Resumen general de la propuesta pedagógica



Fuente: elaboración propia

De esta manera, se integra con el FPI, ya que, tiene como propósito dentro del estudiante el Aprender a Aprender, orientado a la originalidad, promover la creatividad, generar una capacidad crítica, establecer un aprendizaje por procesos y mantener una formación permanente; segundo, Aprender a Hacer, donde se encamina y orienta hacia los campos de la técnica, ciencia y tecnología dirigidas hacia un futuro desempeño dentro del sector productivo; y un tercer elemento, Aprender a Ser, la cual busca en todo momento desarrollar actitudes que estén acordes con la dignidad de la persona y al mismo tiempo con una proyección hacia la sociedad (Galindo Bejarano, 2020).

En cuanto al Aprendizaje Basado en Problemas, la propuesta pedagógica cobra importancia, en la medida que, según autores como Guanochanga Quisupangui (2021), este tipo de metodologías les permite a los estudiantes desarrollar habilidades y competencias necesarias para afrontar situaciones futuras en su vida profesional y laboral. Por tanto, resolver problemas enfocados en un área específica en el aula, logra que, al momento de encontrarse con una situación similar en la vida real, el estudiante sea capaz de hallar una solución sencilla, y a su vez, disminuir sus niveles de ansiedad y estrés.

Resultados

Como resultado de esto, se evidenció que,

la población de estudio, conformada por los estudiantes del programa de formación: Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistema de Información, pertenecientes al Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA - Regional Cesar), al inicio de la investigación no alcanzaban las competencias mínimas de aprobación, esta información fue reflejada a través de un diagnóstico inicial realizado con el propósito de identificar que tanto conocimiento poseían los estudiantes respecto a la ciberseguridad.

Con relación a esto, solamente el 55,1% lograban el resultado de aprendizaje esperado. Esto en gran medida se debía a la falta de motivación y poca participación, añadiendo que, no llevaban a la práctica los conceptos aprendidos en clase. Esto guarda relación con los hallazgos obtenidos por Hinojal & Massa (2018) y Costas (2020), quienes sostienen que, la motivación es sin duda un elemento fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del aula, ya que, a través de esto se logra un aumento en la atención, la participación y sobre todo se alcanza un aprendizaje significativo y de alto nivel.

Durante el proceso de implementación de la estrategia pedagógica propuesta, se logró evidenciar algunos elementos fundamentales que impedían de buena forma el cumplimiento de los objetivos, uno de ellos era la falta de lectura y poca comprensión al momento de leer, algo que si bien no hacia parte del proceso, se propendió por apoyar a través de alternativas tecnológicas.

Tabla 1

Comparativo general de resultados de las pruebas Pre y Post por competencias

COMPETENCIAS	Pruebas Realizadas	
	PRE	POST
C1: Utiliza criterios de selección para escoger de manera pertinente las herramientas apropiadas para abordar los conceptos y puesta en práctica bajo contextos reales.	27,03%	63,06%
C2: El estudiante reconoce la importancia de contar con el conocimiento, habilidades y competencias para abordar una situación.	48,65%	67,57%
C3: El estudiante es capaz de afrontar una situación asumiendo una conducta ética y profesional	81,08%	86,49%
C4: Identifico las interacciones que ocurren entre diferentes tecnologías y sus aplicaciones en diferentes contextos.	40,54%	78,38%
C5: El estudiante es capaz de analizar e interpretar datos	62,16%	70,27%
MEDIAS	51,89%	73,15%

Fuente: Elaboración propia

Luego de implementar la propuesta pedagógica y el simulador Hackend como recurso didáctico en el ambiente de aprendizaje, se logró una mejora significativa en su proceso de aprendizaje, alcanzando luego de la prueba diagnóstica de salida un 73,15% de aprobación en las competencias. Es decir, un aumento del 18,1% luego de implementar la estrategia, los resultados fueron sometidos a la prueba estadística T-Student (ver tabla 1) y reflejaron unos resultados alentadores que están acordes y en pro de validar la hipótesis (Hi) planteada y que apunta a, que tanto se puede aprovechar el potencial del simulador Hackend en el aula para propiciar un fortalecimiento de competencias en ciberseguridad en los aprendices del Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información del SENA.

Como se puede apreciar, los resultados en la prueba POST fueron mejores en cada uno de las competencias evaluadas. Esto refleja el mejoramiento significativo que tuvieron los estudiantes en cada uno de los grupos de estudio, a través de las sesiones programadas en el aula y luego de la implementación del simulador Hackend como apoyo en las actividades desarrolladas y que guardan relación con el fortalecimiento de las competencias en temas de ciberseguridad.

La tabla 2 por su parte, refleja los resultados obtenidos de la prueba estadística, la cual fue el instrumento utilizado para validar estadísticamente la hipótesis propuesta en la investigación. Gracias a ello y verificado los criterios matemáticos entre

las variables Estadístico t que dio como resultado (3,13) y p [Valor crítico de t (dos colas)] para la prueba t-student dio como resultado (2,77), siendo este último valor menor se aceptó la Hi, la cual corresponde a “se puede aprovechar el potencial del simulador HACKEND en el aula para propiciar un fortalecimiento de competencias en ciberseguridad en los aprendices del Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información del SENA”.

Discusión de los resultados

Dentro del marco de este artículo, producto de una previa investigación, se hace referencia y se genera toda una discusión alrededor de los resultados de algunos postulados teóricos que despiertan el interés académico y científico respecto a la incidencia que tiene implementar las TIC en el aula, y en especial los simuladores; en la gestión de los procesos educativos y como estos aportan de manera significativa al aprendizaje, la innovación y participación de los estudiantes.

Haciendo una revisión bibliográfica, analizando, clasificando y contrastando los diferentes enfoques propuestos por autores en cuanto a la implementación de las tecnologías en el aula, particularmente los simuladores, se encontraron seis investigaciones relevantes, Galindo Bejarano (2020), Guanochanga (2021), Castro Maldonado, Bedoya Perdomo & Pino Martínez (2020); Costas Santos (2020); Hinojal & Massa (2018) y Martínez Pérez, Gutiérrez Castillo & Fernández Robles (2018), las cuales dan a conocer las teorías alrededor de

Tabla 2
Prueba t para medias de dos muestras emparejadas

	Variable 1	Variable 2
Media	0,51892	0,731539099
Varianza	0,042871717	0,008659795
Observaciones	5	5
Coefficiente de correlación de Pearson	0,738518455	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	4	
Estadístico t	-3,130016248	
P(T<=t) una cola	0,017592352	
Valor crítico de t (una cola)	2,131846786	
P(T<=t) dos colas	0,035184704	
Valor crítico de t (dos colas)	2,776445105	

Fuente: Elaboración propia

la temática planteada y cómo dichos postulados pueden estar de alguna manera correlacionados.

Los resultados obtenidos por medio de los diferentes autores son coherentes e interesantes a pesar de no pertenecer a una misma corriente científica o de pensamiento y, sobre todo, a las distintas épocas en las cuales se realizaron dichos estudios. En primera medida, dichos autores consideran que, una de las causas principales y que generan un abstencionismo hacia las TIC en el aula se debe a la falta de capacitaciones y conocimiento de las mismas. Otro elemento, en que coinciden, el cual está estrechamente relacionado con el anterior, es el desconocimiento al papel que juegan las nuevas tecnologías en los procesos de gestión, académicos y pedagógicos; por tanto, ignoran la eficacia que esto puede generar en los estudiantes (motivación, participación, innovación, etcétera.). Finalmente, los autores enfatizan en la falta de políticas públicas e institucionales (PEI en las escuelas) que permitan contar con una ruta clara, pertinente y con las pautas necesarias para cumplir con los objetivos y metas institucionales, y porque no, una alternativa hacia una educación de calidad.

Todos estos datos nos muestran la relevancia y trascendencia de las nuevas tecnologías aplicadas a la educación, y respaldamos estos enfoques no solo por el hecho evidente, también discutimos al respecto, ya que, estamos constantemente sumergidos en este ambiente académicopedagógico y vemos de primera mano todas, o al menos, gran parte de las aristas que se presentan (pros y contras).

Por lo tanto, estas alternativas deben verse con un apoyo para dinamizar los ambientes de aprendizaje, para potenciar las capacidades de los

estudiantes y promover un aprendizaje significativo, y no como una panacea capaz de resolver todas las problemáticas y necesidades que se puedan presentar.

Conclusiones

Con la implementación del simulador Hackend como apoyo al fortalecimiento de las competencias en ciberseguridad y especialmente en los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitió que, los estudiantes aprendieran y llevaran a la práctica toda una gama de temas vistos en el aula durante su formación. En este sentido, se pudo abordar diferentes escenarios enfocados a casos de la vida real y que dan cuenta de factores como: vulnerabilidades, gestión de riesgos y ataques cibernéticos, ciberamenazas, pérdida de identidad corporativa, malware, Phishing, seguridad en la nube, copias de seguridad, entre otros.

Todos estos elementos están estrechamente relacionados con unos objetivos de aprendizaje que buscan no solamente un conocimiento teórico y académico, al final, se espera que, a través del simulador el estudiante pueda desarrollar unas competencias que les permita abordar situaciones en su vida laboral y productiva, que estuvieran alineadas con las experiencias contextualizadas en el aula.

Desde el punto de vista pedagógico, la investigación realizó un aporte significativo, en la medida que, dio las pautas para implementar de manera clara y oportuna, los simuladores en el aula, en especial Hackend, como herramienta de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje en los temas relacionados con la ciberseguridad. Por lo tanto, se diseñó e implementó una propuesta pedagógica, en la cual se evidenció la estrategia lograda, las

sesiones realizadas, los objetivos de aprendizaje, los espacios de comunicación que se implementaron para el abordaje de las sesiones y actividades, los contenidos o temáticas tratadas y por supuesto, los resultados de aprendizaje.

Desde el punto de vista tecnológico, se recomienda ampliamente como apoyo para contextualizar y poner en práctica los conceptos teóricos vistos en clase, toda vez que, presenta de manera clara, sencilla, didáctica y práctica las temáticas relacionadas. Además, esta característica permite generar en los estudiantes un impacto adicional que guarda relación con la motivación, la participación, el interés y el trabajo en equipo.

Así mismo, en el aspecto social, permite fortalecer en los estudiantes las competencias necesarias para desarrollarse no solo de forma académica, sino también, como un ser integral capaz de poner en práctica los conocimientos adquiridos en un entorno productivo. De esta manera, se promueve al desarrollo económico y social, con unos profesionales de calidad.

Referencias bibliográficas

Aparicio Gómez, O. Y. (2018). Las TIC como herramientas cognitivas. Revista interamericana de investigación, educación y pedagogía. 11(1), 67-80. Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/5610/561059324005/561059324005.pdf>

Ayala Moreno, J. B. (2020). Uso de herramientas computacionales de simulación para la construcción de modelos mentales. [tesis doctoral], Universitat de les Illes Balears - Palma, España, 1-204. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11201/156267>

Ayala, J., & Salinas, J. (2020). USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE SIMULACIÓN PARA LA CONSTRUCCIÓN DE MODELOS MENTALES. 1374 - 1388. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/340633383_Instrumento_de_analisis_para_seleccionar_simuladores_educativo

BID, & OEA. (2020). CIBERSEGURIDAD RIESGOS, AVANCES Y EL CAMINO A SEGUIR EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. 1-204. Obtenido de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Reporte-Ciberseguridad2020-riesgos-avances-y-el-camino-a-seguir-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>

Carrascosa, A. J., & Domínguez, S. C. (2017). Problemas que dificultan una mejor utilización de la Didáctica de las Ciencias en la Formación del Profesorado y en la Enseñanza Secundaria. Revista Científica, 30 (3), 167-180. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/cient/n30/2344-8350-cient-30-00167.pdf>

Castro Maldonado, J. J., Bedoya Perdomo, K., & Pino Martínez, A. A. (2020). La simulación como aporte para la enseñanza y el aprendizaje en épocas de Covid-19. Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, (8), 1-10. Obtenido de <https://doi.org/10.15649/2346030X.2475>

COE. (2021). El impacto de la globalización. Obtenido de Council Of Europe: <https://www.coe.int/es/web/compass/globalisation>

Costas Santos, J. (2020). Análisis, diseño, construcción y evaluación de simuladores para la familia profesional de Informática y Comunicaciones. Tesis Doctoral. Obtenido de 20 https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/15014/K_TesisPROV50.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Forero Páez, Y., & Giraldo, J. A. (2016). Simulación de un Proceso de Fabricación de Bicicletas: Aplicación Didáctica en la Enseñanza de la Ingeniería Industrial. 9(3), 39-50. Obtenido de <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000300006>

Galindo Bejarano, L. (2020). Las prácticas pedagógicas con enfoque diferencial en el Sena y la comunicación aumentativa y alternativa. Revistas SENA. 3(3), 90-99. Obtenido de <https://doi.org/10.23850/rediis.v3i3.2979>

Guanochanga Quisupangui, S.G. (2021). APRENDIZAJE EN LA ASIGNATURA DE CIENCIAS NATURALES: UNA PROPUESTA PEDAGÓGICA DESDE EL ENFOQUE BASADA EN PROBLEMAS. (Tesis de Maestría), Quito-Ecuador, PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, 1-141. Obtenido de <http://201.159.222.35/bitstream/handle/22000/18545/Guanochanga%20QuisupanguiTesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Hernández Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.

Hinojal, H., & Massa, S. (2018). Simuladores en el aula universitaria. Una experiencia en redes de computadoras. XIII Congreso Nacional Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Obtenido de http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/68908/Documento_completo.pdfPDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Martínez Landrove, N. (2019). Trabajo Fin de Máster: Ciberseguridad y riesgo operacional en las organizaciones. Repositorio de la Universidad Pontificia Comillas. Madrid, 1-54. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11531/42317>

Martínez Pérez, S., Gutiérrez Castillo, J. J., & Fernández Robles, B. (2018). Percepción y uso de las TIC en las aulas inclusivas: Un estudio de caso. EDMETIC, 87-106. Obtenido de <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.10132>

MEN. (01 de Febrero de 2017). Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026. Obtenido de https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-392871_recurso_1.pdf

MinCiencias. (2020). CONVOCATORIA NACIONAL PARA EL RECONOCIMIENTO Y MEDICIÓN DE GRUPOS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO O DE INNOVACIÓN Y PARA EL RECONOCIMIENTO DE INVESTIGADORES DEL SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN - 2021. Dirección de Generación de Conocimiento, 1-275. Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_1_-_documento_conceptual_2021.pdf

Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa. (2016). Las Tecnologías y la Enseñanza en la Educación Superior. Un Simulador Aplicado a la Integración de Conceptos Enseñados en Cursos de Posgrado. Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa, 12. Obtenido de file:///C:/Users/Jair/Downloads/6647-Texto%20del%20art%C3%ADculo-13416-1-10-20161023.pdf

UIT. (Abril de 2021). Aspectos generales de la ciberseguridad. Obtenido de Unión Internacional de Telecomunicaciones: https://www.itu.int/rec/dologin_pub.asp?lang=s&id=T-RECX.1205-200804-!!!PDF-S&type=items



Implementación de estrategias de corte efectivo en mecanizado de alta velocidad para máquinas CNC de gama media

Implementation of effective cutting strategies in high-speed machining for mid-range CNC machines



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación



Resumen

En este trabajo se aborda un análisis comparativo mediante observación experimental entre estrategias de mecanizado convencionales y estrategias de mecanizado en alta velocidad específicamente el mecanizado troncooidal. Para ello el SENA CDITI adquirió dispositivos de montaje hidráulico para piezas, herramientas y el equipo de proyecto diseño una pieza prueba, la cual se mecanizó en material de acero 1045 y duraluminio 7075 utilizando las dos estrategias de mecanizado a comparar. Durante el proceso se midieron variables como consumo energético, tiempo de mecanizado y desviación metrológica, para finalmente hacer análisis de datos y presentar resultados con una valoración de las posibles ventajas y desventajas de usar mecanizado troncooidal contra mecanizado convencional.

Abstract

This work addresses a comparative analysis through experimental observation between conventional machining strategies and high-speed machining strategies, specifically truncal machining. For this, SENA CDITI acquired hydraulic assembly devices for parts, tools and the project team designed a test part, which was machined in 1045 steel and 7075 duralumin material using the two machining strategies to be compared. During the process, variables such as energy consumption, machining time and metrological deviation were measured, to finally perform data analysis and present results with an assessment of the possible advantages and disadvantages of using truncal machining versus conventional machining.

Palabras claves: Mecanizado, alta velocidad, troncooidal.

Keywords: Mechanized, high speed, truncal.

Introducción

En el contexto de la industria del mecanizado, la optimización de procesos es esencial para mejorar la productividad y competitividad. Este proyecto de investigación se centra en analizar las ventajas de estrategias de corte en alta velocidad en comparación con las estrategias de corte convencionales.

El objetivo es evaluar el impacto de estas estrategias en términos de consumo energético, fiabilidad metrológica y reducción de tiempos de fabricación durante el mecanizado de piezas.

Si bien este estudio proporciona resultados prometedores sobre la implementación de estrategias de corte troncooidal, es importante considerar el contexto de la competitividad de la industria del mecanizado en Colombia. Según datos recopilados hasta 2022, la industria de mecanizado colombiana enfrenta desafíos significativos en términos de competencia internacional, las inversiones masivas en tecnología en países como China han posicionado a este país como un competidor formidable en el mercado global de mecanizado.

La falta de inversión en tecnología y la necesidad de mejorar la formación de los operadores de máquinas CNC en Colombia son áreas que requieren atención para mejorar la competitividad. La adopción de prácticas de vanguardia, como las estrategias de corte en alta velocidad evaluadas en este estudio, podría ser un paso para mejorar el desempeño de la industria regional.

Caracterización del estudio

Diseño metodológico:

Para llevar a cabo este proyecto, se diseñó una pieza de prueba que representa un desafío significativo para las estrategias de mecanizado. Se fabricaron un total de 12 piezas, seis de duraluminio 7075 y seis de acero 1045. El mecanizado se realizó en tres etapas diferentes:

Estrategias Convencionales: Tres piezas de acero 1045 se mecanizaron utilizando fresas de 8 mm, 10 mm y 12 mm, respectivamente, empleando estrategias de corte convencionales.

Estrategias de Corte Troncoidal: Otras tres piezas de acero 1045 se mecanizaron utilizando las mismas fresas de 8 mm, 10 mm y 12 mm, pero aplicando estrategias de corte troncooidal en alta velocidad.

Mecanizado de Aluminio: Se repitió el mismo proceso con las seis piezas de duraluminio 7075, utilizando tanto estrategias convencionales como troncooidal.

Para cada prueba se implementó una fresa nueva y se realizó una inspección visual del estado de la fresa luego del proceso de mecanizado.

Se recopilaban datos relacionados con el consumo energético, la fiabilidad metrológica y tiempos de mecanizado.

Caracterización de los equipos a implementar en el estudio:

Para el desarrollo del estudio se implementaron equipos existentes en el centro de formación y otros que se adquirieron mediante financiación por SENNOVA, los equipos, herramientas y materiales son:

Centro de mecanizado marca LEADWELL referencia V40, Máquina herramienta de gama media versátil ampliamente utilizada en la industria del mercado local.

Cono de sujeción hidráulica para fresas Ericsson, es un dispositivo que se utiliza en la industria del mecanizado para fijar de manera segura fresas o herramientas de corte en husillos de máquinas herramienta, como fresadoras y centros de mecanizado.

Multiplicador de velocidad marca BIG relación 5 a 1, es un dispositivo diseñado para aumentar la velocidad de rotación de un husillo o eje de una máquina herramienta. Esto significa que, por cada vuelta completa del husillo de entrada, el multiplicador BIG generará cinco vueltas completas en el husillo de salida, necesario para el mecanizado en alta velocidad.

Fresas de tungsteno con recubrimiento punta plana con radio 1 mm para marca GEK con rango entre 8 mm y 12 mm dureza hasta 55 HRC.

Caracterización del diseño de la pieza prueba:

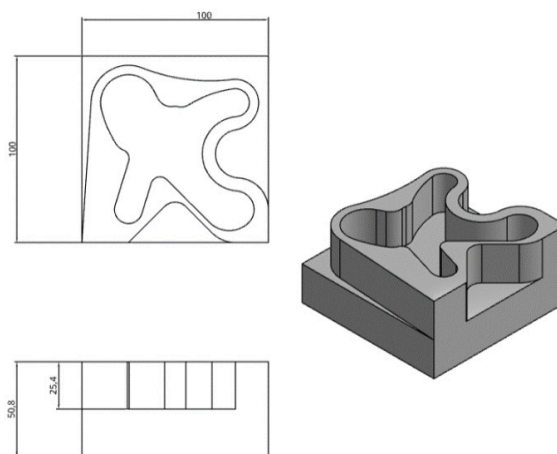
Para realizar las diferentes pruebas de

mecanizado se diseñó una pieza que suponga movimientos complejos a la máquina exigiendo la herramienta de mecanizado y a su vez tuviera altas tasas de remoción de material.

Se definió una pieza con un volumen de trabajo de 100 mm x 100 mm x 50.8 mm con una profundidad de mecanizado de 25.4 mm.

La pieza propuesta por el equipo de trabajo es la siguiente:

Imagen 1
Diseño de la pieza



Fuente: Elaboración propia. Medidas en milímetros.

Caracterización de los parámetros técnicos del proceso de mecanizado:

Para el proceso de mecanizado se implementaron los siguientes materiales:

Acero 1045 es un acero al carbono de medio contenido que se utiliza comúnmente en aplicaciones de mecanizado y fabricación debido a su buena maquinabilidad y versatilidad.

Aluminio 7075 es una aleación de aluminio que se caracteriza por su alta resistencia y es ampliamente utilizado en aplicaciones aeroespaciales y de alta resistencia.

Los parámetros de corte implementados en los procesos de mecanizado convencional se muestran en la tabla 1 y los de mecanizado en alta velocidad en la tabla 2.

Tabla 1
Parámetros de mecanizado convencional

DATOS DE MECANIZADO PARA PIEZA EN ACERO 1045 ESTRATEGIA CONVENCIONAL				
Φ FRESA	Avance de mecanizado en milímetros por minuto	Revoluciones x minuto	Velocidad de corte en metros por minuto	Profundidad de corte en milímetros
8	500	1100	25	0,5
10	500	1100	30	0,5
12	400	1000	38	0,5
DATOS DE MECANIZADO PARA PIEZA EN ALUMINIO 7075 ESTRATEGIA CONVENCIONAL				
Φ FRESA	Avance de mecanizado en milímetros por minuto	Revoluciones x minuto	Velocidad de corte en metros por minuto	Profundidad de corte en milímetros
8	800	4000	100	1
10	900	4000	126	1
12	800	5000	157	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2
Parámetros de mecanizado en alta velocidad

DATOS DE MECANIZADO PARA PIEZA EN ACERO 1045 ESTRATEGIA DE ALTA VELOCIDAD				
Φ FRESA	Avance de mecanizado en milímetros por minuto	Revoluciones x minuto	Velocidad de corte en metros por minuto	Profundidad de corte en milímetros
8	1000	18000	76	24
10	900	16000	115	24
12	800	15000	200	24
DATOS DE MECANIZADO PARA PIEZA EN ALUMINIO 7075 ESTRATEGIA DE ALTA VELOCIDAD				
Φ FRESA	Avance de mecanizado en milímetros por minuto	Revoluciones x minuto	Velocidad de corte en metros por minuto	Profundidad de corte en milímetros
8	1500	21000	80	24
10	1100	25000	110	24
12	1000	15000	226	24

Fuente: Elaboración propia

Medición de variables y resultados de la medición: Tiempo de mecanizado:

Tipo de medición: Cuantitativa

Fuente: Parámetro tomado directamente de la máquina de mecanizado V40 donde se mecanizaron las piezas.

Los valores se registran en la tabla 3.

Tabla 3
Tiempos de mecanizado

TIEMPOS DE MECANIZADO PARA PIEZAS EN ACERO 1045		
Φ FRESA	Tiempos de mecanizado convencional en minutos	Tiempos de mecanizado en alta velocidad en minutos
8	170	19
10	230	12
12	241	14
TIEMPOS DE MECANIZADO PARA PIEZAS EN ALUMINIO 7075		
Φ FRESA	Tiempos de mecanizado convencional en minutos	Tiempos de mecanizado en alta velocidad en minutos
8	75	13
10	77	15
12	77	11

Fuente: Elaboración propia

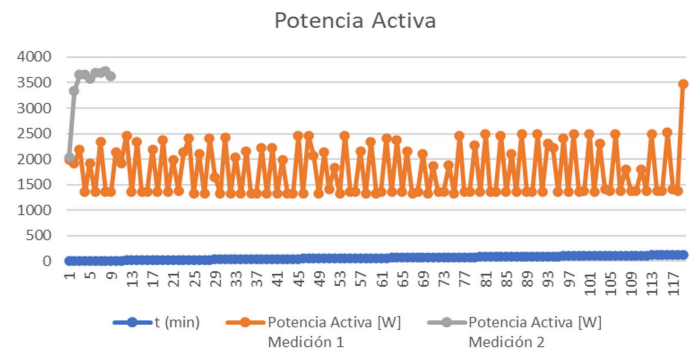
Consumo energético:

Tipo de medición cuantitativa.

Fuente: La medición se realizó por parte del semillero de investigación "Control de procesos Electromecánicos en la Industria 4.0" del SENA CDITI, liderado por el instructor Ing. Leonardo Parra, usando un equipo de medición eléctrico Fluke 435.

Para esta prueba se realizó mediciones de consumo durante una prueba de mecanizado convencional, y otra medición durante una prueba de mecanizado en alta velocidad. Los resultados de medición en términos de potencia activa obtenidos por el equipo de trabajo imagen 2.

Imagen 2
Consumo energía. Informe del análisis de consumo de energía suministrado por el ingeniero Leonardo Parra.



Fuente elaboración propia.

Así mismo en términos generales el estudio mostro que el total de energía consumido en la prueba de mecanizado convencional fue de 3.5115 KWh y en la de mecanizado en alta velocidad fue de 0.5165 KWh.

Fidelidad metrológica:

Tipo de medición cuantitativa.

Fuente: La medición se realizó por parte del equipo de laboratorio de servicios tecnológicos del centro de formación, liderada por el Msc José Daniel López, y el profesional encargado de realizar la medición fue el Ing. Bryan David Quintero. Para la medición una máquina de medición por coordenadas TESA Micro Hite 3D Dual, propiedad del SENA.

Para el desarrollo de las mediciones el equipo del proyecto suministro un plano con las mediciones a realizar, que sugieren 4 puntos de control así:

Punto 1: Distancia entre 2 caras planas

Punto 2: Altura entre 2 superficies.

Punto 3: Espesor de una pared

Punto 4: Radio de una superficie.

Imagen 3

puntos de control



Fuente: Elaboración propia.

Así mismo se suministraron todas las piezas mecanizadas al equipo para realizar las mediciones.

El equipo de medición realizo 10 medidas a cada punto de control de cada pieza, entregando un informe con los resultados obtenidos, la tabla 4 presenta los datos con el promedio de la desviación de medida obtenida en cada punto de medición.

Análisis de resultados:

Para el análisis de resultados se analiza en términos de valor económico y/o productivo los valores obtenidos en las diferentes mediciones realizados al proceso.

Tiempos de mecanizado:

En la industria local se estima que entre el 50% y el 70% del costo de un proceso de mecanizado lo determina su duración que en esta zona estaría en promedio en \$50.000 pesos, estimaciones basadas entre el costo de materia prima, herramientas y el valor de hora del mecanizado. Por lo tanto, basado en la tabla 1 podemos decir que la diferencia del costo de fabricar una pieza con estrategias convencionales es casi 10 veces mayor a implementar estrategias en alta velocidad, además de disponer de más horas para la realización de nuevas piezas.

Consumo energético:

En las mediciones realizadas se puede observar que por unidad de tiempo el mecanizado en alta velocidad consume 2 veces más energía que el mecanizado convencional, al ser casi 10 veces menor el tiempo de mecanizado en alta velocidad el consumo total es 6.8 veces menor (ver imagen 2). Asumiendo un costo de \$500 el KW/h de energía en Pereira el costo de mecanizado de esta pieza en estrategias convencionales seria de \$1755,75 pesos, mientras el costo en alta velocidad es de \$258,25 pesos.

Fidelidad metrológica:

Al analizar el promedio de la desviación estándar en las medidas controladas representadas en la tabla 4, podemos observar que ambas estrategias presentan resultados muy similares con desviaciones entre el 0.002 mm y 0.005 mm, que se encuentran dentro del rango de exactitud implementadas para la fabricación de piezas usadas en maquinaria industrial, industria automotriz y el sector de plásticos que son el principal mercado de las empresas de la región.

Tabla 4
Resultados de la desviación en la medida

ANÁLISIS DE DESVIACIÓN METROLÓGICA EN LOS PUNTOS DE OBSERVACIÓN PARA MECANIZADO EN ACERO 1045 MECANIZADO CONVENCIONAL EXPRESADO MILIMETROS RESPECTO A LA MEDIDA NOMINAL				
Φ FRESA	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4
8	0,0029	0,0039	0,0037	0,0026
10	0,0027	0,0058	0,0016	0,0043
12	0,0018	0,0048	0,0033	0,0041
promedio	0,0025	0,0048	0,0029	0,0037
ACERO 1045 MECANIZADO ALTA VELOCIDAD				
Φ FRESA	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4
8	0,0017	0,0058	0,008	0,0031
10	0,0023	0,0049	0,0029	0,007
12	0,003	0,001	0,001	0,002
promedio	0,0023	0,0039	0,0040	0,0040
ALUMINIO 7075 MECANIZADO CONVENCIONAL				
Φ FRESA	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4
8	0,0019	0,0025	0,0022	0,0033
10	0,0038	0,0025	0,0073	0,0015
promedio	0,0029	0,0025	0,0048	0,0024
ALUMINIO 7075 MECANIZADO ALTA VELOCIDAD				
Φ FRESA	punto 1	punto 2	punto 3	punto 4
8	0,002	0,004	0,003	0,002
10	0,0017	0,003	0,0022	0,0031
promedio	0,0019	0,0035	0,0026	0,0026

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

1. Es evidente el impacto que tiene la implementación de estrategias de mecanizado en alta velocidad en la competitividad de la industria.

2. Para implementar estas estrategias se requiere inversión en equipos y herramientas que permitan a las máquinas que tiene la industria local realizar este tipo de mecanizados.

3. El SENA debe brindar formación especializada en este tipo de avances en procesos de manufactura, lo que requiere esfuerzos en diseño curricular y equipamiento para poder atender las necesidades en este sector.

Referencias bibliográficas

- Ministerio de Ciencia, Gobernación de Risaralda. (2020). Convocatoria regional de investigación aplicada y desarrollo tecnológico para fomentar la integración de los actores del ecosistema CTel de Risaralda.
- Morris, L., Toro, A., Becerra, L., Granda, M., & Cardona, M. (2022). Mapeo para el fortalecimiento de las capacidades productivas en términos indicadores de productividad del sector metalmecánico en Risaralda, Colombia.
- Pantoja, H. C., del Risco Alfonso, R., & Rodríguez, R. P. (2023). Fortalecimiento de la competitividad organizacional en talleres de maquinado empleando métodos multicriterio y difusos. Revista de Investigación Latinoamericana en Competitividad Organizacional, 5(17), 1-11.



Fortalecimiento de la cultura
archivística para la conservación
del patrimonio documental
en empresas pública del
Área Metropolitana de Pereira.

Strengthening culture
archiving for conservation
of documentary heritage
in public companies
Pereira Metropolitan Area.



Olga Liliana Mejía Medina
Administradora de Empresas - U. Santiago de Cali
lmejia@sena.edu.co



Gislesa Gislena Duque Galeano
Ingeniera Industrial - U. Católica de Pereira
ggduqueg@sena.edu.co



Gloria Stella Escarpeta Mena
Maestría en Historia - U. Tecnológica de Pereira
gsescarpeta@sena.edu.co



Resumen

El presente artículo surge como producto del proyecto de investigación que se formuló y se ejecutó en el año 2022, con aprendices e instructoras del programa formativo tecnológico en Gestión Documental del SENA, Regional Centro Comercio y Servicios; con el objetivo de indagar y conocer la situación actual de algunas empresas públicas y privadas con funciones públicas, especialmente en todo lo relacionado con el cumplimiento de la normativa de gestión documental del Archivo General de la Nación de Colombia y la aplicación de los diferentes instrumentos archivísticos.

En este proceso, se aplicó una metodología cualitativa y se acudieron a varias técnicas de recolección de información como: entrevistas semiestructuradas, visitas a empresas y por último se realizó un Evento de Divulgación Tecnológico para fortalecer y sensibilizar a los asistentes enviados de las diferentes empresas y público en general, acerca de la importancia de velar por la adecuada gestión documental en las entidades. El resultado de este trabajo refleja la falta de conciencia archivística en la Región teniendo en cuenta que de 74 empresas a las cuales se les aplicó la entrevista muy pocas cuentan con un programa de gestión documental. En la capacitación de sensibilización se contó con la asistencia de 230 personas conectadas a través de la plataforma Meet y 100 personas de manera presencial, certificando 282 personas.

Abstract

This article arises as a product of the research project that was formulated and executed in 2022, with apprentices and instructors from the Technologist training program in Document Management of SENA, Regional Center of Commerce and Services; with the objective of investigating and knowing the current situation of some public and private companies with public functions,

especially in everything related to compliance with the document management regulations of the General Archive of the Nation of Colombia and the application of the different archival instruments.

In this process, a qualitative methodology was applied and various information gathering techniques were used, such as: semi-structured interviews, visits to companies and, finally, a Technological Dissemination Event was held to strengthen and sensitize the attendees sent from the different companies and general public, about the importance of ensuring adequate document management in entities. The result of this work reflects the lack of archival awareness in this Region, taking into account that of 74 companies to which the interview was applied, very few have an archival culture. The awareness training was attended by 230 people connected through the Meet platform and 100 people in person. Certifying 282 people.

Palabras claves: Ley de archivo, cultura archivística y patrimonio documental, instrumentos archivísticos.

Keywords: Archive law, archival culture and documentary heritage, archival instruments.

Introducción

La Gestión Documental y los archivos se constituyen en fuente de información para los ciudadanos en general y especialmente, para las propias empresas que los producen, debido a que es la evidencia tangible de las actuaciones administrativas durante la vida institucional de sus empresas. Por esta razón, se requiere implementar acciones que contribuyan al fortalecimiento de la cultura archivística en las empresas del área metropolitana de Pereira y también, identificar cómo están sus procesos frente a los diferentes instrumentos archivísticos que deben implementar en el día a día, para hacer de la gestión documental un proceso ágil y oportuno. Este proyecto surge de la necesidad de investigar cuál ha sido el avance de las empresas públicas y privadas con funciones públicas que se seleccionaron, después de casi 22 años de haber surgido la Ley General de Archivo Ley 594 de 2000 en Colombia.

Este proyecto se ejecutó en varias fases; la primera fase fue la formulación del proyecto por parte de las instructoras del programa de Gestión documental del Sena Regional Risaralda Centro Comercio y Servicios. Posteriormente se continuó con una fase en la que se establecieron los tiempos para la ejecución del mismo y se sensibilizó a los aprendices que iban a estar encargados de las

monitorías y del acercamiento a las empresas seleccionadas para el desarrollo de las diferentes actividades.

En otra fase, se conformaron equipos para indagar y concertar con las empresas la visita por parte de aprendices del programa Tecnólogo en gestión documental, con la finalidad de acceder a información de primera mano sobre la situación actual de los archivos y así, continuar con los demás objetivos que se plantearon en el proyecto de investigación: Fortalecer la Cultura y conciencia archivística para la conservación del patrimonio documental en las empresas públicas del área Metropolitana de Pereira.

Marco teórico

El Centro Comercio y Servicios del SENA Regional Risaralda con los aprendices de la especialidad del Tecnólogo en Gestión Documental han realizado prácticas empresariales en diferentes empresas de la Región, en las cuales se ha podido detectar que falta capacitación y personal en el área de Archivística. Es por esta razón que se propone este proyecto, con el fin de poder sensibilizar y culturizar en esta área y darle la relevancia necesaria a la conservación del patrimonio documental.

Estas prácticas se realizan a través de una de las Empresas Didácticas “Soluciones Documentales” creada desde el año 2015. En este período se han realizado prácticas a empresas como: SENA, Policía de Tránsito, Batallón San Mateo de Pereira, Contraloría General Seccional Pereira, Concejo municipal de Pereira, Alcaldía de Pereira, Cooperativa del SENA, Palacio de Justicia, Tránsito municipal, Contraloría del Departamento de Risaralda, INPEC, Hospital San Jorge, Universidad Libre Seccional Pereira, ICBF entre otras.

Dentro del proceso de búsqueda de información que aporta al proyecto de investigación, se encontraron tesis de grado y otra información de tipo académica que contribuyen a resaltar la importancia de fortalecer la cultura y conciencia archivística en el departamento; por ejemplo: La falta de cultura archivística una problemática que afecta el acceso a la información a nivel nacional e internacional como se puede evidenciar a través de investigaciones como la realizada en México por Voutssàs (2013) “En las organizaciones gubernamentales, bajo el concepto moderno ‘transparencia’ se le asigna por naturaleza al documento de archivo un carácter público, pues ha sido creado para darse a conocer, para dar evidencia ante todos de los hechos sucedidos. Pero,

no siempre fue así; este carácter público había sido hecho para el uso y consulta de los miembros de su organización productora, y muy rara vez era visto fuera de su entorno” (pág. 1). Igualmente, Zapata C. (2008), en el Artículo de investigación bibliotecológica Situación actual de la formación en archivística en Colombia, indica “Los resultados demuestran que la oferta en el sector de archivos es amplia, lo cual se explica por las políticas públicas que en el campo de los archivos ha formulado el Archivo General de la Nación, y por la sensibilidad que despierta el manejo de la información documental en las organizaciones públicas y privadas”.

De igual manera, Martínez, R. M. (2016), argumenta: “Los programas educativos de las carreras involucradas en las Ciencias de la Información establecen una serie de competencias profesionales para atender áreas y problemáticas concretas. Respecto del patrimonio bibliográfico y documental, la ECI contempla una materia denominada Patrimonio Documental, la cual fue revisada y actualizada (Universidad Autónoma de San Luis de Potosí, Escuela de Ciencias de la Información, 2012) tanto para la carrera de Bibliotecología como para la de Archivología” (p.5) De otra parte, la Universidad del Valle, hace énfasis con relación a los archivos y la función archivística describe: “El colectivo profesional de los archivistas en Colombia todavía no es amplio ni está suficientemente unido.

Es difícil así generar un clima de opinión que favorezca la función de un oficio tan antiguo como desconocido que tiene por objetivo principal la conservación, organización y difusión de los documentos que producen las entidades públicas y privadas. Pero los escasos archivistas profesionales con los que contamos son conscientes de la riqueza investigativa y de las múltiples posibilidades educativas que encierran los archivos, hayan alcanzado la categorización de “históricos” o sigan siendo un servicio útil a las instituciones que los generan y a los ciudadanos que se relacionan con ellas”. Igualmente, (Rubio, 2016), manifiesta: La preservación documental también demanda el uso de procesos de reprografía como la digitalización que, aunque requiere de una inversión no pequeña, permite tener un balance costo beneficio, ya que la pérdida o restauración del patrimonio sería mucho más costoso y perjudicial para las organizaciones en relación con esto, Murcia (2018) menciona:

“El no contar con lineamientos o políticas definidas para tener una mayor seguridad, un acceso en tiempo real y una clasificación pertinente, que permita una preservación óptima de la documentación; se ha detectado que la cantidad de documentos operativos, administrativos y

justificativos para las entidades se han incrementado notablemente por políticas de preservación que exigen la custodia por varios años de acuerdo con el tipo de documento”.

El Archivo General de la Nación, es una entidad del orden nacional adscrita al Ministerio de Cultura, encargada de la organización y dirección del Sistema Nacional de Archivos - SNA, de regir la política archivística en Colombia y de custodiar, resguardar y proteger el patrimonio documental del país y ponerlo al servicio de la comunidad; en su Ley 594 de 2000 define: “los archivos son el conjunto de documentos, sea cual fuere su fecha, forma y soporte material, acumulados en un proceso natural por una persona o entidad pública o privada, en el transcurso de su gestión, conservados respetando aquel orden para servir como testimonio e información a la persona o institución que los produce y a los ciudadanos, o como fuentes de la historia”. De igual manera en el Acuerdo 027 de 2006, define: el patrimonio documental como el “conjunto de documentos conservados por su valor histórico o cultural” y la Conservación de documentos como el “conjunto de medidas preventivas o correctivas adoptadas para asegurar la integridad física y funcional de los documentos de archivo”.

Por otro lado, el Acuerdo 049 de 2000 en el artículo 5º.: Condiciones ambientales y técnicas. Los edificios y locales destinados a albergar material de archivo deben cumplir con las condiciones ambientales que incluyen manejo de temperatura, humedad relativa, ventilación, contaminantes atmosféricos e iluminación. En el Acuerdo 050 de 2000 el artículo 2 menciona frente a la Planificación de la preservación que “La prevención de desastres y situaciones de riesgo es una estrategia importante en la planificación general de la preservación. Un plan programado acertadamente permite una respuesta rápida y eficiente ante una emergencia, minimizando el peligro tanto para el personal, como para los acervos documentales y la edificación, evitando y disminuyendo los costos que a todo nivel implicaría un siniestro”.

Metodología

La investigación se realizó contando con un equipo de trabajo: La vinculación de una aprendiz (contrato de aprendizaje), una monitora en la especialidad del Tecnólogo en Gestión Documental, apropiación de nuevas tecnologías, acompañamiento de instructoras que presentaron el proyecto y los grupos de aprendices del Tecnólogo en Gestión documental.

Para realizar este proyecto de investigación, se optó por aplicar una metodología con enfoque cualitativo, utilizando los siguientes métodos para recolectar información, a través de entrevista con jefes de archivo de diferentes empresas públicas del área metropolitana de Pereira y evento de Divulgación Tecnológica en el tema “Fortalecimiento de la Cultura Archivística para la Conservación del patrimonio documental” en asocio con la empresa Acodal y Formación continua especializada.

Etapas 1. Recolección de información:

Diseñar y aplicar encuestas o listas de chequeo, en las entidades públicas de los municipios objeto de estudio, iniciando con el diseño del instrumento de recolección de información, posteriormente se envió comunicación a las empresas seleccionadas para su aplicación, algunas por medio electrónico otras de forma personal y fue necesario realizar contacto de forma telefónica para hacer seguimiento a la comunicación y concertar citas.

La siguiente lista de chequeo se utilizó para medir las empresas que poseen una gestión documental conforme a los instrumentos requeridos en la Ley 594 de 2000. “Ley General de Archivos”, el Decreto 2609 de 2012 “Disposiciones en materia de Gestión Documental para todas las entidades del Estado”, teniendo en cuenta estos instrumentos se redactaron las preguntas de la encuesta, para así determinar si las empresas lo poseen y lo conocen.

El formato de entrevista utilizado se presenta en la tabla 1.

Se procedió a aplicar el instrumento por parte de los aprendices del Tecnólogo en Gestión Documental, por medio de entrevista semiestructurada con preguntas cerradas, relacionadas con los instrumentos archivísticos y procesos de gestión documental, que cada entidad debe tener implementado según lo establecido en la normativa vigente por el AGN de Colombia y la Ley 594 de 2000.

Etapas 2. Tabulación de la información recolectada.

Clasificar la información recolectada en una base de datos e identificar aspectos como: los tipos de soporte en la producción documental, los instrumentos archivísticos, la valoración documental en cada una de las etapas del ciclo vital del documento, la aplicación de la normativa relacionada, las instalaciones físicas de los espacios y materiales para la conservación de los archivos. Se realizó tabulación con los datos recolectados utilizando la herramienta de Excel.

Tabla 1
Lista de chequeo para revisión de archivos

Item	Variables / Indicadores	Cumple		Observaciones
		Si	No	
1.	¿La Entidad cuenta con Cuadros de Clasificación Documental actualizados?			
2.	¿Posee Tablas de Retención Documental actualizadas?			
3.	¿Posee Plan Institucional de Archivo- PINAR?			
4.	¿Posee Programa de Gestión Documental?			
5.	¿Posee Inventario Documental de toda la documentación producida en la Entidad?			
6.	¿Cuenta con Tablas de Valoración Documental?			
7.	¿Las tablas de Retención están acordes a la última estructura orgánica de la Entidad?			
8.	¿Se aplican las tablas de Retención Documental?			
9.	¿Se realizan transferencias documentales?			
10.	¿Se realizan procesos de eliminación teniendo en cuenta la normatividad vigente?			
11.	¿El tipo de soporte corresponde al de la TRD (Físico o electrónico)?			
12.	¿Las Carpetas se encuentran rotuladas de acuerdo con la normatividad vigente?			
13.	¿Los documentos se encuentran foliados en la parte superior derecha con lápiz de acuerdo a los criterios de conservación documental?			
14.	¿Existe Comité Interno de Archivo mediante acto administrativo?			
15.	¿La entidad cuenta con Unidad de correspondencia?			
16.	¿Se aplica el procedimiento de radicación y registro de comunicaciones oficiales?			
17.	¿La entidad cuenta con un archivo central?			
18.	¿El depósito de archivo cumple con las condiciones locativas y de infraestructura?			
19.	¿Los materiales utilizados permiten preservar y conservar los documentos a través del tiempo?			
20.	¿La entidad posee instrumentos para el control y préstamo de documentos?			
21.	¿La persona a cargo del proceso cuenta con formación en el área de Gestión Documental?			
22.	¿El personal utiliza los implementos de seguridad y salud ocupacional?			
23.	¿La empresa ha realizado capacitación en Gestión Documental al personal en el último año?			

Fuente: Elaboración propia.

Etapas 3. Análisis de la información. Realizar análisis de la situación encontrada, determinar factores a mejorar en los procesos de gestión documental y presentar informe consolidado.

Se consolidó la información agrupándose en cinco aspectos que conlleva a la utilización de instrumentos archivísticos y con base en las respuestas se programó el Evento de divulgación tecnológica con el fin de sensibilizar acerca de la cultura archivística.

Etapas 4: Transferencia de conocimiento Realizar evento para sensibilización y fortalecimiento de la cultura archivística en las entidades

participantes en el proyecto de investigación y Producir artículo académico con los resultados obtenidos en la investigación.

Se realizó el Evento “El rol del Gestor documental en la Archivística” que contó con una gran participación de empresas entrevistadas y no entrevistadas.

Resultados

Con la realización de este proyecto, se alcanzaron los siguientes resultados:

Aplicar las entrevistas a los funcionarios de 74 empresas seleccionadas del área metropolitana de Pereira y así identificar y analizar la información recolectada con relación a los instrumentos archivísticos que deberían estar implementando; estas entrevistas permitieron también, tener un balance real acerca del estado de cada una de las empresas, con relación al cumplimiento y a la implementación de los procesos gestión documental.

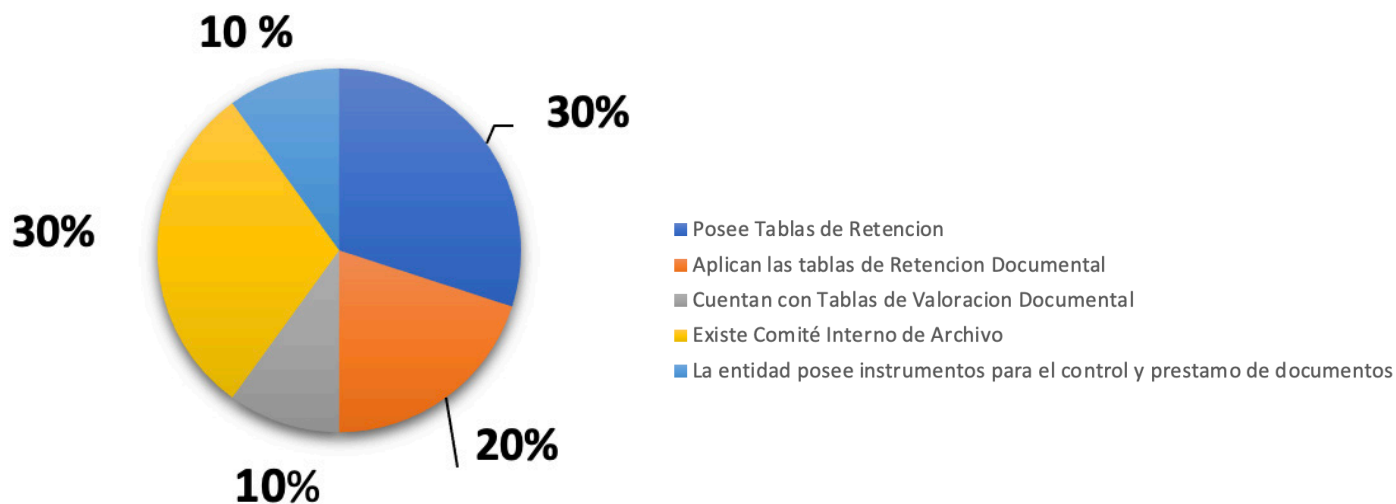
Las 23 preguntas planteadas se agrupan en la siguiente tabla, con el fin de medir si se poseen y aplican instrumentos archivísticos que garanticen una Gestión Documental y el tiempo de ley para la conservación del patrimonio documental, igualmente si estos cuentan con la aprobación y convalidación requeridas en la Norma.

El resultado final muestra la poca cultura archivística que hay en las empresas del estado, en su mayoría por falta de presupuesto y formación en el área.

La siguiente gráfica arroja los resultados en materia de instrumentos archivísticos y la poca aplicación por parte de las empresas.

Figura 1

Gráfica de comparación de los grados de cumplimiento en Instrumentos archivísticos



Fuente: Elaboración propia

Igualmente se desarrolló el evento contando con la asistencia de 230 personas conectadas a través de la plataforma Meet y 100 personas de manera presencial. Certificando 282 personas. El Sena Regional Risaralda en asocio con la empresa Acodal, realizó este evento con el propósito de promover la gestión documental y concientizar acerca de la importancia de dar cumplimiento al marco normativo que rige a las entidades públicas y a las privadas con funciones públicas.

El evento se llevó a cabo el día 13 de octubre entre las 8:00- 13:00 horas con los siguientes invitados: Doctora Ana Edilia Castaño, Enlace Territorial del Archivo General de la Nación “El rol del Gestor Documental en la Archivística”, Doctora Ana María Cháves Chaux, Maestría en Gestión Documental.

Discusión

Con la realización de este proyecto, se buscó fortalecer la conciencia archivística del personal que labora en las empresas del Área Metropolitana de Pereira, como parte del análisis de los resultados obtenidos en la ejecución del proyecto. La lista de chequeo arrojó información muy importante dado que permite conocer de primera mano, con qué cuentan las empresas en materia de instrumentos archivísticos.

Una de las causas de la falta de instrumentos archivísticos, radica en que las empresas poseen poca cultura archivística y la capacitación en esta área es poca; por lo tanto, las empresas destinan

muy poco presupuesto para la modernización de depósitos y contratación de personal idóneo y competente.

Además, para los aprendices fue muy importante esta experiencia porque les permitió ampliar la mirada, al interactuar de manera directa con el sector productivo y reflexionar acerca de las acciones de mejora que deben implementar.

Conclusiones y recomendaciones

Solamente el 10% de las empresas del estudio cumplen con el sistema documental establecido en las normas.

El principal problema en las empresas se encuentra en la falta de cultura archivística lo que conduce a no asignar recursos para la capacitación de su personal y contratación de personal idóneo.

Es importante para los aprendices del programa de Gestión documental del SENA, tener este tipo de acercamiento con la realidad de las empresas, para su profundizar en su comprensión y aportar a la búsqueda de soluciones.

Se recomienda como trabajo futuro, ampliar la cobertura del estudio y detectar las necesidades en materia archivística en todo el departamento de Risaralda, que permita conocer de manera detallada, los instrumentos que requieren estas entidades y cuáles son necesidades en materia de instrumentos archivísticos.

Se recomienda la capacitación en instrumentos archivísticos y Programas de Gestión Documental con el fin de que el 90% de las empresas encuestadas puedan adquirir una cultura archivística y diseñar sus propios instrumentos y así cumplir con la normativa y tener un modelo de Gestión documental para el patrimonio documental en sus empresas.

Se proyecta realizar más investigaciones relacionadas con la implementación de la gestión documental del departamento, que vayan orientadas a la consolidación y perfeccionamiento de este deber al interior de las Entidades.

Referencias bibliográficas

Acuerdo 049 de 2000 [El Consejo Directivo del Archivo General de la Nación]. Por el cual se desarrolla el artículo del capítulo 7 "Conservación de documentos" del Reglamento General de Archivos sobre "Condiciones de edificios y locales destinados a archivos". Mayo 5 de 2000.

Acuerdo 050 de 2000 [El Consejo Directivo del Archivo General de la Nación]. Por el cual se desarrolla el artículo 64 del título VII "conservación de documentos", del Reglamento general de archivos sobre "Prevención de deterioro de los documentos de archivo y situaciones de riesgo". Mayo 5 de 2000

Acuerdo 042 de 2002 [Archivo General de la Nación]. Por el cual se establecen los criterios para la organización de los archivos de gestión en las entidades públicas y las privadas que cumplen funciones públicas, se regula el Inventario Único Documental y se desarrollan los artículos 21, 22, 23 y 26 de la Ley General de Archivos 594 de 2000. Octubre 31 de 2002.

Acuerdo 027 de 2006 [El Consejo Directivo del Archivo General de la Nación de Colombia] en uso de sus facultades legales y en especial de las conferidas por la Ley 80 de 1989 y el Acuerdo 017 del 27 de febrero de 2001. Octubre 31 de 2006.

Acuerdo 041 de 2015 [Concejo Municipal de Pereira]. Por el cual se crea el Archivo histórico del Municipio de Pereira y se dictan otras disposiciones. Diciembre 10 de 2015.

Acuerdo 062 de 2018 [Concejo Municipal de Pereira]. Por el cual se modifica el Acuerdo 041 de 2015. Diciembre 4 de 2018.

Acuerdo 06 de 2020 [Concejo Municipal de Pereira]. Por el cual se adopta el Plan de Desarrollo Gobierno de la ciudad Capital del Eje 2020-2023. Junio 12 de 2020.

Agencia Pública de Empleo (s.f). Guíarápida SENA es naranja. <https://drive.google.com/file/d/10SL-B0BLNXPxDiiGGrua0pBPA3bkr0Tk/view> Amaya, C.A (2017). Patrimonio documental colombiano.

Una propuesta metodológica para su recuperación [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana <http://hdl.handle.net/10554/33798>.

Decreto 1080 de 2015. [Ministerio de Cultura]. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Cultura. Mayo de 2015.

Ley 594 de 2000. Por la cual se dicta la Ley General de Archivos y se dictan otras disposiciones. Julio 14 de 2000.

D.O. 44084. Martínez, R. M. (2016). Educación sobre Patrimonio

Documental: el caso de la escuela de Ciencias de la Información de la Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. e- Ciencias de la Información. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/eciencias> Murcia et al. (2018).

Propuesta para la implementación del proceso de digitalización documental certificada para la empresa RTVC Sistema de medios públicos en el proceso gestión de proveedores [Estudio de viabilidad, Universidad Católica de Colombia] Repositorio Universidad Católica de Colombia <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/16000/1/TRABAJO%20DE%20SINTESIS%20APLICADA%20FASE%20FINAL.pdf>

Rubio A. (2016). Los problemas de la archivística en Colombia. Universidad del Valle. <https://www.univalle.edu.co/universidad-y-region/los-problemas-de-la-archivistica-en-colombia> Voutsáss. J. (2013).

La organización de archivos para la transparencia informativa [Tesis de maestría, Universidad Nacional Autónoma de México]. Repositorio Biblioteca central UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2013/noviembre/0706165/0706165.pdf> Zapata C. (2008).

Situación actual de la formación en archivística en Colombia. Scielo, 22 (46). http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2008000300007

Comité Científico

Doctor en Física. Ing. Andrés Arias Durán, Universidad del Valle
duaran@correounivalle.edu.co

Doctora en Física. Ing., Lina María Franco, Universidad del Valle
Ariaslmfrancoa@correounivalle.edu.co

Msc. Ing. Cynthia López Valerio; Instituto Tecnológico de Costa Rica, Unidad Desconcentrada de Alajuela
cylopez@itcr.ac.cr

MSc.Ing. Lucero Trujillo Casallas, Universidad de los Llanos,
ltrujiillo@unillanos.edu.co

MSc.Ing. Carlos Arturo Blandón Jaramillo, Empresa Progresando Co,
Carlos.blandon@progrezando.com

MSc.Ing . Juan Carlos García Buitrago,
jcgarcia@sena.edu.co

Comité Evaluador

El comité evaluador está conformado por los siguientes profesionales con su respectiva afiliación institucional

PhD. Ing. Manuel Pinzón Candelario, SENA RISARLDA, Centro de Comercio y Servicios- CCS
mapinzon@sena.edu.co

MSc. Ing. Andrés Tafur Piedrahita, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI,
atafurp@sena.edu.co

MSc. Lic . Aurora Sofía Redondo Ramírez, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI
aredondo@sena.edu.co

Ing . Diego Fernando Pineda Carmona, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
dfpinedacarmona@gmail.com

Ing. Ernesto Vargas Castillo, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
evargas@sena.edu.co

Juan David Hernandez Ramirez, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
jdhernandezr@sena.edu.co

Sandra Milena Montealegre Largo, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
smontealegrel@sena.edu.co

Edna Margarita Serna Morales, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
esernam@sena.edu.co

Jeffry Lopez Criollo, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
jlopezc@sena.edu.co; jeffy.lopez@utp.edu.co

Sandra Monica, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
smgarciaa@sena.edu.co

Luz Dary Florez, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
lflorezt@sena.edu.co

Martha Elizabeth Cortés Rico, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
mcortesr@sena.edu.co

Alejandro Evia, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
meviae@sena.edu.co

Cesar Redondo, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI,
rendonr@sena.edu.co

Carlos Enrique Posso Sabogal, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI,
ceposso@sena.edu.co

Angel Andres Vasques, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
daavasquezo@sena.edu.co

Alejandro Ozaeta, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
aorzaeta@sena.edu.co

Mario Alejandro Evia Escalante,, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
meviae@sena.edu.co

Yuly Paulin Saenz, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
ysaenz@sena.edu.co

Blanca Ines Martinez Lopez, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
bimartinezl@sena.edu.co

Breyner Stevens Largo Arboleda, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
blargo@sena.edu.co

Luz Dary Florez Torres, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
lflorezt@sena.edu.co

Raul Antonio Rodriguez Osorio, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.
rarodriguezos@sena.edu.co

Autoridades Académicas

- PhD. Jorge Eduardo Londoño Ulloa,
Director General Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA
- Mg. Carlos Alberto Palacios Chaverra,
Director Regional(e) Regional Risaralda, Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA
- Mg. Sandra Yulieth Garcia Gonzalez,
Subdirectora SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI
- MSc.Ing . Juan Carlos García Buitrago,
Dinamizador Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico Industrial e Innovación,
Sennova SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI.



SENNOVA

Sistema de Investigación,
Desarrollo Tecnológico e Innovación