

REVISTA

TEINNOVA



Centro de Diseño e Innovación
Tecnológica Industrial

7 Edición

ISSN: 2500 - 7211

Contenido

Editorial.....	3
<i>Incidencias ligadas a la Zona de desarrollo turístico prioritario en el Plan de Ordenamiento Territorial Montenegro-Quindío.....</i>	<i>5</i>
<i>Importancia de la Implementación de un Sistema de Gestión de Calidad en Laboratorios de Ensayo.</i>	<i>16</i>
<i>Desarrollo de un Sistema de Control de Acceso Utilizando Tecnologías Rfid en las Instalaciones Tecnocademia y Tecnoparque Cucuta.....</i>	<i>23</i>
<i>Revisión (análisis) de la viabilidad de la transformación del PET reciclado mediante compounding usando silicato de aluminio como carga para realizar ensayos de caracterización de sus propiedades mecánicas y reológicas en Dosquebradas - Risaralda.....</i>	<i>33</i>
<i>Pensamiento Social en un Grupo de Estudiantes de Electricidad Industrial del Sena Dosquebradas (Un Estudio de Caso).</i>	<i>59</i>
<i>Evaluación del sistema solar fotovoltaico conectado a la red en un centro de formación SENA.</i>	<i>72</i>
<i>Impacto campaña contra el acoso sexual implementada en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – SENA.....</i>	<i>79</i>
<i>Clasificación Automática de Defectos de Paneles Solares Aplicando Aprendizaje de Máquina.....</i>	<i>89</i>
<i>Proceso de ensamble de paneles solares fotovoltaicos mediante la metodología TRIZ</i>	<i>99</i>
<i>Paginas Legales</i>	<i>106</i>

MSc.Ing. Juan C. García Buitrago.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional
Risaralda.
jcgarcia@sena.edu.co

Editorial 7^{ma} Edición Revista TEINNOVA

La 7^a edición de la revista TEINNOVA, destaca la importancia de la interdisciplinariedad y el enfoque integral en la generación de conocimiento y soluciones para los desafíos actuales. Al abordar temas que van desde lo social hasta lo tecnológico, y desde la ingeniería sostenible hasta las energías renovables en la economía circular, se promueve un diálogo entre diferentes disciplinas y se fomenta la creación de una colaboración entre expertos de distintos campos, propiciando un intercambio de ideas y perspectivas enriquecedoras. Esta interdisciplinariedad promueve un enfoque integral para resolver los desafíos actuales y futuros, y estimula la generación de soluciones innovadoras y sostenibles.

Un espacio único para investigadores de diferentes áreas del conocimiento que requieran publicar sus trabajos de investigación, la divulgación científica y tecnológica desempeña un papel fundamental en la sociedad actual, ya que permite que el conocimiento generado por los investigadores llegue a un público más amplio y contribuya a la apropiación social del conocimiento.

En este contexto, al publicar en revistas científicas, los investigadores contribuyen al avance del conocimiento y fundamentan su posición como expertos en sus respectivos campos.

Los artículos publicados en la revista están soportados con la revisión por pares, un proceso riguroso en el que los expertos evalúan la calidad y relevancia de los artículos, brindan credibilidad y confiabilidad a los resultados presentados.

La investigación social y la ingeniería sostenible son dos áreas fundamentales que desempeñan un papel crucial en el desarrollo sostenible y en la búsqueda de soluciones a los desafíos actuales de

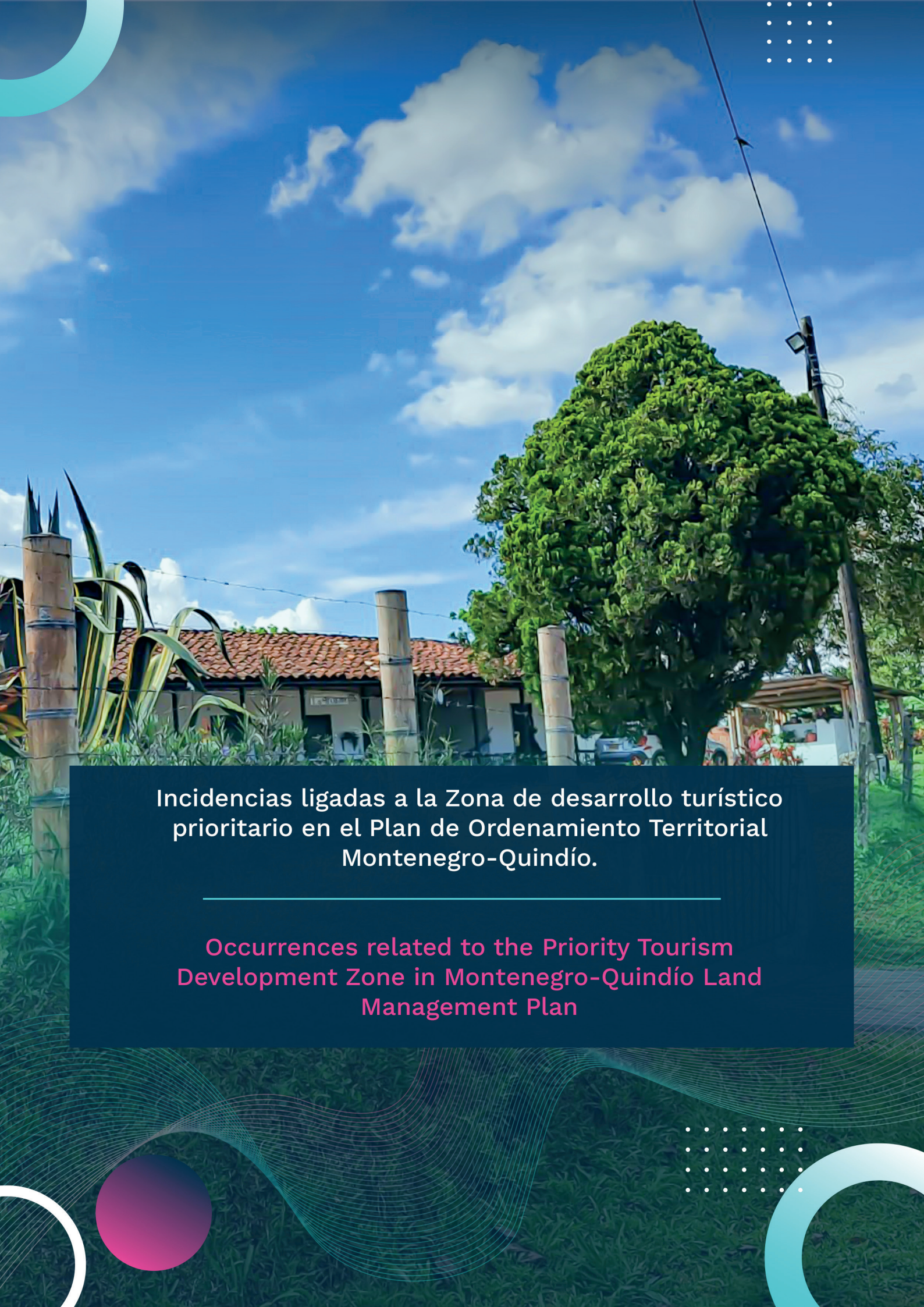
nuestra sociedad, estas temáticas son abordadas en la presente edición de la revista TEINNOVA.

La ingeniería sostenible enfrenta importantes desafíos en el contexto de los nuevos avances en la fabricación mundial y la economía circular.

La Innovación tecnológica responsable la globalización de la manufactura, esto implica desarrollar tecnologías que sean eficientes en el uso de recursos, de bajo impacto ambiental y socialmente responsables. Es necesario fomentar la investigación y el desarrollo de tecnologías limpias, como la energía renovable, la eficiencia energética, el reciclaje de materiales y la reducción de residuos, para impulsar la transición hacia una producción más sostenible. Aspectos y propuestas que son abordables en los diferentes artículos que presenta la presente edición de la revista.



MSc.Ing. Juan C. García Buitrago

A photograph of a rural landscape. In the foreground, there is a fence made of bamboo poles and wire. Behind the fence, a small building with a red-tiled roof is visible. To the right of the building, a large, dense green tree stands prominently. The sky is blue with scattered white clouds. The overall scene is bright and sunny.

Incidencias ligadas a la Zona de desarrollo turístico
prioritario en el Plan de Ordenamiento Territorial
Montenegro-Quindío.

Occurrences related to the Priority Tourism
Development Zone in Montenegro-Quindío Land
Management Plan

José Luis Yepes Quintero.
Centro para el desarrollo Tecnológico de la construcción y la
industria SENA Regional Quindío.
jyepesq@sena.edu.co.

Resumen

El presente artículo tiene como propósito presentar las características que rodean la declaratoria de una zona de desarrollo turístico prioritario en el municipio de Montenegro departamento del Quindío, a partir de una serie de acciones que combinan argumentos legales, aspectos económicos e información de interés, que a raíz de su importancia permiten que el presente artículo entregue un análisis sobre el ejercicio del turismo y las posibles ventajas para esta región, ratificando así la situación del turismo en esta parte del área andina y las repercusiones que trae consigo la declaratoria de zona de desarrollo turístico prioritario. En el desarrollo del artículo también se tendrán una serie de herramientas que permiten construir una opinión propia en lo concerniente con el desarrollo socioeconómico, ambiental y cultural de este municipio Quindiano con la declaración de un corredor turístico prioritario que conecta su casco urbano con su área rural y los componentes incluidos dentro del plan básico de ordenamiento territorial PBOT.

Palabras clave: *Turismo, Zona cafetera, Zona de Desarrollo Turístico Prioritario, Agricultura, Medio Ambiente.*

Abstract

This article aims to show the characteristics surrounding the declaration of a priority tourist development zone in the municipality of Montenegro, department of Quindío, based on a series of actions that combine legal arguments, economic aspects, and information of interest due to its importance, allowing the present article to provide an analysis of the tourism practice and

the possible advantages for this region, ratifying the situation of tourism in this part of the Andean Area and the repercussions that the declaration of a tourism development zone brings with it. In the development of the article, there will also be a series of tools that will allow building a proper opinion regarding the socioeconomic, environmental, and cultural development of this Quindiano municipality, with the declaration of a priority tourist corridor that connects its urban area with its rural area and the components included in the basic land use plan (PBOT in Spanish).

Keywords: *Tourism, Coffee Zone, Priority Tourism Development Zone, Agriculture, environment*

Introducción

Vivimos en una era en la que es necesario que la sociedad esté al tanto de una serie de variables macroeconómicas que rodean e impactan en gran medida la vida social y económica de las poblaciones, teniendo como eje central aquellas que tienden a satisfacer sus necesidades básicas. Esto ha llevado a despertar un gran interés en las diferentes fuerzas económicas que intervienen en el manejo de un país y que permiten con su estudio generar competitividad frente a otras naciones y también manejar prospectivamente situaciones futuras para aprovecharlas de manera óptima.

El departamento del Quindío no es ajeno a esta situación después de una era agrícola que le dio desarrollo económico y social en diferentes aspectos, gracias a la pujanza de sus gentes y al aprovechamiento de sus suelos verdes y fértiles, que permitieron que las familias aportaran al posicionamiento de esta zona del área andina como uno de los grandes generadores de empleo, al vivir de las siembras de café, plátano, árboles frutales y yuca, pero la crisis agrícola que ha atravesado nuestro país ha generado un sin sabor en muchos aspectos de la vida económica de las regiones, ya que ha hecho que las cadenas productivas en torno al campo entraran en crisis. Todo esto llevo a que el departamento

del Quindío y sus municipios, crearan un interés en cambiar la vocación agrícola logrando una transformación de visión netamente agrícola a una nueva visión turística. Específicamente el municipio de Montenegro sería un claro ejemplo cuando hacia el año de 1995 con el ingenio del señor Diego Arango Mora y el apoyo incondicional de la federación nacional de cafeteros, iniciaron un sueño de empresa que inicialmente solo pensaba en mostrar las diferentes etapas del cultivo de esa planta con aroma perdurable y acidez sabor que es el café (Nueva Crónica Quindío & Pinto A, 2016) Tuvo varios tropiezos pues su trasegar, prácticamente solo sin ningún apoyo estatal por lo cual no contaba con fluidez financiera suficiente para irse proyectando como parque temático, pero a Dios gracias se sostuvo y sin dar el brazo a torcer generó estrategias que conllevaron a su posicionamiento a nivel nacional e internacional llevando desarrollo turístico, económico y social en este municipio miembro del paisaje cultural cafetero.

Este cambio de visión y de vocación entorno al turismo como motor de desarrollo económico para la región, hizo que se pensara en nuevos escenarios y de cómo aprovecharlos de manera ascendente y consolidada convirtiendo a Montenegro como destino turístico. Puede decirse que hoy es un hecho al ver a Montenegro como un destino turístico por excelencia, a través de la utilización de estrategias que generaran valor agregado con más parques temáticos, fincas hoteles, balsajes Y gastronomía que permitieron desarrollar una variedad de emociones que hacen que los turistas lo escojan sin pensarlo dos veces.

El caso de Montenegro es el claro reflejo de que el turismo colombiano pasa por uno de sus mejores momentos, es reconocido a escala mundial y se proyecta aún más con gran potencial, así se logra evidenciar a través del plan sectorial del turismo 2018-2022 "Turismo: El propósito que nos une", donde se reconoce a Colombia como un país maravilloso que está en el mapa del turismo mundial y que gracias a esto ha logrado grandes inversiones y la adopción de estrategias que le permiten hacer frente a las exigencias de retos de

talla mundial. (Manuel Restrepo Abondano et al., 2018)

Por otro lado, las políticas ambientales en conjunto con las estrategias turísticas juegan un papel importante en cuanto a la visión del Municipio de Montenegro hacia un oasis ideal de vida y de dinámica económica para propios y extraños siento esto un elemento fundamental para el desarrollo de municipio y esto se vio reflejado en el proyecto de acuerdo del municipio de Montenegro del año 2015 donde se puntualiza que:

"en 10 años Montenegro será el primer centro agro turístico del país con base en factores como la cultura cafetera, variedad de productos agropecuarios y el calor de su gente, un municipio atractivo por el aprovechamiento equilibrado del paisaje y escenarios naturales, por la conservación del patrimonio histórico y cultural, la creación de programas agro turísticos y la adecuación de las fincas cafeteras con excelentes anfitriones turísticos que contribuyan al fortalecimiento de un municipio como destino turístico, creando una oferta variada y tentadora de descanso y naturaleza, con óptimos servicios públicos y la alta calidad humana." (Quindío & CONCEJO MUNICIPAL, 2012)

Gracias a esto la administración ha visionado el gran interés de declarar todo un corredor vial como lo es Montenegro-Pueblo Tapado como zona de desarrollo turístico prioritario para que así el municipio logre ser más competitivo en esta materia con otros destinos turísticos, permitiendo así que diferentes empresarios de parques temáticos y hoteleros le apuesten a este tema ayudando y fortaleciendo aún más al desarrollo de este municipio y del departamento.

El artículo está estructurado en tres partes. La primera, explicará de manera general el aspecto social generado a través de las zonas de desarrollo turístico. La segunda, presentará información sobre la inclusión del presente tema en el plan

de ordenamiento territorial del municipio de Montenegro las zonas de desarrollo turístico o y, por último, se describirá las consecuencias ambientales generadas a raíz del nombramiento de las zonas turísticas prioritarias de Montenegro Quindío.

Plan Nacional Sectorial De Turismo 2.018-2.022

Vivimos en una era en la que es necesario que la sociedad esté al tanto de una serie de variables macroeconómicas que rodean e impactan en gran medida la vida social y económica de las poblaciones, teniendo como eje central aquellas que tienden a satisfacer sus necesidades básicas. Esto ha llevado a despertar un gran interés en las diferentes fuerzas económicas que intervienen en el manejo de un país y que permiten con su estudio generar competitividad frente a otras naciones y también manejar prospectivamente situaciones futuras para aprovecharlas de manera óptima.

El departamento del Quindío no es ajeno a esta situación después de una era agrícola que le dio desarrollo económico y social en diferentes aspectos, gracias a la pujanza de sus gentes y al aprovechamiento de sus suelos verdes y fértiles, que permitieron que las familias aportaran al posicionamiento de esta zona del área andina como uno de los grandes generadores de empleo, al vivir de las siembras de café, plátano, árboles frutales y yuca, pero la crisis agrícola que ha atravesado nuestro país ha generado un sin sabor en muchos aspectos de la vida económica de las regiones, ya que ha hecho que las cadenas productivas en torno al campo entraran en crisis. Todo esto llevo a que el departamento del Quindío y sus municipios, crearan un interés en cambiar la vocación agrícola logrando una transformación de visión netamente agrícola a una nueva visión turística. Específicamente el municipio de Montenegro sería un claro ejemplo cuando hacia el año de 1.995 con el ingenio del señor Diego Arango Mora y el apoyo incondicional de la federación nacional de cafeteros, iniciaron un

sueño de empresa que inicialmente solo pensaba en mostrar las diferentes etapas del cultivo de esa planta con aroma perdurable y acidez sabor que es el café(Nueva Crónica Quindío & Pinto A, 2016) Tuvo varios tropiezos pues su trasegar, prácticamente solo sin ningún apoyo estatal por lo cual no contaba con fluidez financiera suficiente para irse proyectando como parque temático, pero a Dios gracias se sostuvo y sin dar el brazo a torcer genero estrategias que conllevaron a su posicionamiento a nivel nacional e internacional llevando desarrollo turístico, económico y social en este municipio miembro del paisaje cultural cafetero.

Este cambio de visión y de vocación entorno al turismo como motor de desarrollo económico para la región, hizo que se pensara en nuevos escenarios y de cómo aprovecharlos de manera ascendente y consolidada convirtiendo a Montenegro como destino turístico. Puede decirse que hoy es un hecho al ver a Montenegro como un destino turístico por excelencia, a través de la utilización de estrategias que generaran valor agregado con más parques temáticos, fincas hoteles, balsajes Y gastronomía que permitieron desarrollar una variedad de emociones que hacen que los turistas lo escojan sin pensarlo dos veces.

El caso de Montenegro es el claro reflejo de que el turismo colombiano pasa por uno de sus mejores momentos, es reconocido a escala mundial y se proyecta aún más con gran potencial, así se logra evidenciar a través del plan sectorial del turismo 2018-2022 “Turismo: El propósito que nos une”, donde se reconoce a Colombia como un país maravilloso que está en el mapa del turismo mundial y que gracias a esto ha logrado grandes inversiones y la adopción de estrategias que le permiten hacer frente a las exigencias de retos de talla mundial.(Manuel Restrepo Abondano et al., 2018)

Por otro lado, las políticas ambientales en conjunto con las estrategias turísticas juegan un papel importante en cuanto a la visión del

Municipio de Montenegro hacia un oasis ideal de vida y de dinámica económica para propios y extraños siento esto un elemento fundamental para el desarrollo de municipio y esto se vio reflejado en el proyecto de acuerdo del municipio de Montenegro del año 2015 donde se puntualiza que:

“en 10 años Montenegro será el primer centro agro turístico del país con base en factores como la cultura cafetera, variedad de productos agropecuarios y el calor de su gente, un municipio atractivo por el aprovechamiento equilibrado del paisaje y escenarios naturales, por la conservación del patrimonio histórico y cultural, la creación de programas agro turísticos y la adecuación de las fincas cafeteras con excelentes anfitriones turísticos que contribuyan al fortalecimiento de

El artículo está estructurado en tres partes. La primera, explicará de manera general el aspecto social generado a través de las zonas de desarrollo turístico. La segunda, presentará información sobre la inclusión del presente tema en el plan de ordenamiento territorial del municipio de Montenegro las zonas de desarrollo turístico o y, por último, se describirá las consecuencias ambientales generadas a raíz del nombramiento de las zonas turísticas prioritarias de Montenegro Quindío.

Plan Estratégico Y Visión Quindío 2030

Desde el año 2002, el plan estratégico visión Quindío 2032 resaltó la visión sobre el departamento, como una estrategia de desarrollo en la gestión del turismo.(Gobernación del Quindío, 2022)

De acuerdo con lo anterior para completar la visión del plan se ha presentado diferentes análisis que concuerdan sobre las tendencias de desarrollo del Quindío, expresadas en varios términos haciendo énfasis en la importancia del ámbito ambiental y de turismo.

Ahora bien, al existir estas políticas a escala nacional que ayudan a la industria turística de

un municipio como destino turístico, creando una oferta variada y tentadora de descanso y naturaleza, con óptimos servicios públicos y la alta calidad humana.”(Quindío & CONCEJO MUNICIPAL, 2012)

Gracias a esto la administración ha visionado el gran interés de declarar todo un corredor vial como lo es Montenegro-Pueblo Tapado como zona de desarrollo turístico prioritario para que así el municipio logre ser más competitivo en esta materia con otros destinos turísticos, permitiendo así que diferentes empresarios de parques temáticos y hoteleros le apuesten a este tema ayudando y fortaleciendo aún más al desarrollo de este municipio y del departamento.

los departamentos y los municipios cada uno de ellos debe aprovechar cada una de las bondades que la ley y la jurisprudencia brinda a este sector, al modificar o actualizar cada uno de los planes de ordenamiento territoriales cada alcalde en su municipio tiene que identificar que provecho puede tener sus habitantes según la división de la misma; al declararse una zona de desarrollo turístico prioritaria incluida dentro del PBOT tiene muchas gabelas para los inversionistas por tal motivo el alcalde debe presentar al Concejo Municipal un proyecto de acuerdo para la adopción de un nuevo estatuto tributario municipal en donde quede especificado los beneficios para los nuevos inversionistas que entren a estas zonas de desarrollo turístico prioritario así como para la población, es decir si el inversionista contratar cierta cantidad de empleados que residan en el municipio que descuentos en tributos pueden obtener para que así puedan incentivar a los

empresarios, se genere empleo propendiendo al mejoramiento social.

Inclusión Del Turismo En Los Planes De Ordenamiento Territorial

Dando continuidad al tema del turismo, vemos en este segundo capítulo que con los principios de la Ley 388 de 1997 (Ley 388 de 1997 - Ordenamiento Territorial, 1997) que enmarca todo lo referente al ordenamiento territorial como una herramienta de ejecución mediante la cual todos los municipios deben elaborar sus planes de ordenamiento territorial, en cumplimiento de los lineamientos de la ley en mención como principio conceptual. De acuerdo con lo escrito por Massaris Cabezal Ángel Sobre los determinantes en dichos planes ordenamiento territorial encontramos sobre la metodología que se deriva y habla de tres tipos de planes, teniendo en cuenta el tamaño poblacional del municipio (Massaris Cabeza, 2000):

- Esquemas de ordenamiento territorial (E.O.T.) para municipios con población menor a 30.000 habitantes.
- Planes básicos de ordenamiento (P.B.O.T.) para municipios cuya población se ubique entre 30.000 y 100.000 habitantes.
- Planes de ordenamiento territorial (P.O.T.) para municipios con población superior a los 100.000 habitantes.

El Ministerio de Desarrollo Económico, que impulsó la aprobación de la mencionada ley, ha divulgado la norma y las metodologías para la realización del ordenamiento.

La elaboración, tanto de los esquemas como de los planes de ordenamiento, arroja insumos de información importantes para todas las actividades económicas, en especial para el turismo. Con el objeto de que el turismo esté debidamente

contemplado en los planes de ordenamiento y se considere un agente de trascendencia en las decisiones de orden territorial, se elaboró el documento "El ordenamiento territorial: bases para el desarrollo turístico municipal". (Ocampo et al., 2000)

Este documento contempla elementos orientadores para las decisiones que los municipios deben tomar y que afectan el uso de suelos. A partir de una reflexión sobre lo ordenado en la Ley 388 de 1997, el documento se adentra en la exploración de dos **figuras** que pueden tener incidencia en este aspecto: la declaratoria de recurso turístico y la declaratoria de zonas de desarrollo turístico prioritario. Explora las compatibilidades e incompatibilidades que el uso turístico de suelo tiene con otros usos y determina unos criterios para definir si el municipio tiene o no vocación turística.

Igualmente, teniendo como punto de mira mejorar la competitividad de los productos turísticos del país, el proceso de ordenamiento tiene como referente el concepto de región ligado al enfoque de clúster manejado en el Estudio de competitividad del sector adelantado por el Ministerio de Desarrollo Económico en el año de 1997, algunas de las herramientas que se utilizan son las dos **figuras** que afectan directamente el uso del suelo municipal, consagradas por la Ley 300 de 1996, son la declaratoria de recurso turístico y la declaratoria de zonas de desarrollo turístico prioritario; se añaden el establecimiento de peajes turísticos por ser una herramienta a la que pueden apelar los municipios para obtener recursos destinados a la conservación de su patrimonio artístico, cultural e histórico y la declaratoria de zonas francas turísticas que, aunque no es potestad del municipio, afecta de manera considerable el desarrollo de dicha entidad territorial.

Las dos primeras y la última tienen un impacto directo en el uso del suelo; la tercera sólo tiene una relación indirecta con el tema.

En el caso de la afectación del uso del suelo en Montenegro Quindío tenemos que analizar que este territorio colombiano es netamente agrícola, sus habitantes vienen de una tradición de explotar el suelo, los diferentes cultivos de café, plátano, yuca, cítricos han llevado a que esta población sea netamente de vocación agrícola, al cambiar del uso del suelo se debe buscar que se explote los beneficios del sector turísticos y todo lo que este conlleva para el desarrollo municipal pero sin dejar a un lado su vocación agrícola, los campesinos que llevan su vida entera dedicados al campo les queda muy difícil cambiar de mentalidad o simplemente no están capacitados para desarrollar otras actividades, por ello al implementar los nuevos esquemas del plan básico de ordenamiento territorial y al declararse la zona de desarrollo turístico prioritario se tiene que tener muy presente la afectación del uso del suelo y las afectaciones ambientales de la misma sin que uno sea desventaja para lo otro.

Tenemos como antecedentes esta **figura** que ha sido utilizada por la Corporación Nacional de Turismo. El tratamiento dado por dicha entidad se asemeja a la declaratoria de zonas de desarrollo turístico prioritario, mencionada más adelante. Aunque existe una amplia gama de recursos que fueron declarados como tales por la entidad, es importante destacar que dichas declaratorias perdieron vigencia en la nueva legislación.

El manejo de la **figura** en la legislación actual, la Ley 300 de 1996 contempla una serie

de mecanismos para fortalecer el proceso de planeación turística del país. En él tiene especial trascendencia el papel de las entidades territoriales que deben actuar en coordinación con el Ministerio de Desarrollo Económico.

Teniendo en cuenta que la determinación del uso del suelo y los procesos de ordenamiento físico del territorio son una competencia que la Constitución Política atribuye a los municipios, aunque la Ley 300 de 1996 creó la **figura** de la declaratoria de recursos turísticos, son los concejos municipales quienes finalmente pueden efectuarla o no.

La Ley determina que, cuando se trate de bienes públicos, estos deben tener un programa y un presupuesto de reconstrucción, restauración y conservación a cargo del presupuesto de la entidad territorial en cuya jurisdicción estén ubicados. Si la declaratoria ha sido solicitada por el Ministerio de Desarrollo, los recursos estarán a cargo del presupuesto de la Nación, para lo cual el Ministerio gestionará la inscripción de los proyectos ante el Banco de Proyectos de Inversión Nacional y su aprobación por parte del Departamento Nacional de Planeación.

La aplicación de este mecanismo debe conducir a una mejor conservación del patrimonio de las regiones y a una utilización eficiente y creativa del mismo con fines turísticos.

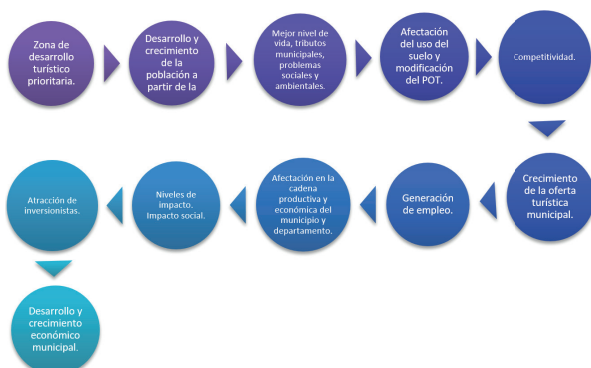
Propuesta De Procedimiento Para La Declaratoria

Aunque se reconocen dos vías para dar origen a la solicitud de declaratoria, la iniciativa debería partir de la entidad territorial y la decisión final es de su competencia.

En la **figura 1** se puede hacer un análisis de cuál puede ser las ventajas del municipio de Montenegro Quindío al declarar una zona de desarrollo turístico prioritario.

Figura 1

Ventajas del municipio de Montenegro



Fuente: Elaboración propia

Como podemos apreciar encontramos un enfoque a través de la organización de conceptos y relaciones que se desencadenan y se desprenden a partir de la zona de desarrollo turística prioritaria que pretende alcanzar desarrollo y crecimiento para el municipio llevando un aumento en el nivel de vida, disminución de problemas ambientales y sociales enmarcados en regulaciones y demás reglamentaciones podrá maniobrase alcanzando competitividad controlada, aumento significativo de la oferta turística de la región, se combatan problemas sociales e incentiven a la llegada de turistas, logrando así un desarrollo sostenible de las actividades de la industria del turismo.

Antología De Montenegro 100 Años

En este tercer y, último capítulo del presente artículo, hablaremos de manera general un poco sobre el comportamiento del turismo en el municipio de Montenegro Quindío y el impacto ambiental que este ha traído a esta región al igual que la responsabilidad social que se debe tener con este tema; Cesar Carvajal Henao Montenegriño de nacimiento miembro de una de las familias más tradicionales de esta municipalidad, docente de profesión y escritor de vocación, ha dedicado muchos años de su vida a dejar plasmado sobre el papel las vivencias, ocurrencias, anécdotas, visiones e historias de

este pueblo llamado Montenegro Quindío “Asiento de la cultura cafetera”, pueblo campesino y de gente pujante que al son del aroma de sus cafetos fueron sacando adelante sus generaciones, este ilustre escritor montenegriño escribió para el centenario de su municipio Montenegro su libro en donde recopilaba el Montenegro de ayer, de hoy y el del futuro, “Antología de Montenegro 100 años” en cada uno de sus capítulos fueron contando historias de los personajes típicos y familias tradicionales de este lugar, fuera de hacer una recopilación de su patrimonio inmaterial cultural don Cesar Carvajal Henao muestra a un Montenegro con visión, desde esta época en donde se celebraba los primeros 100 años de Montenegro Quindío en el mes de octubre del año 1.990 ya se empezaba a divisar el cambio de vocación de sus tierras, el apogeo de los viajes hacia el exterior, Estados Unidos, España, Inglaterra conquistaba la atención de muchos de nuestros compatriotas colombianos y entre ellos por supuesto la atención de los montenegriños, ellos viajaban con la iniciativa de dar un mejor nivel de vida a sus familias y a conseguir un patrimonio para el sustento de la misma, esto conlleva a que con la necesidad de hacer un ahorro empieza a hacer inversiones en tierras que inicialmente eran adquiridas para hacer cultivos productivos pero que después eran convertidas en fincas turísticas y chalets con la esperanza de tener mayor rentabilidad sus inversiones, por tal motivo Montenegro se iba convirtiendo poco a poco en un municipio turístico sin dejar atrás que hacia el año 1.985 se empezaba a forjar la idea de tener un museo de la cultura cafetera que iba a tener como sede a Montenegro y que luego se convirtió en el mayor parque temático de la región y que recibió como nombre “Parque de la cultura cafetera” o “Parque del Café”, el conjunto de tener un parque temático y tener fincas turísticas con hermosos paisajes cautivaba al turista a visitar estas tierras y a quedar encantado por el contenido de las mismas, sus fundadores nunca pensaron que el espeso bosque que fundaron como municipio fuera a tener la visita de tantas personas anualmente motivados por la sensación de estar conectados con el medio ambiente y la diversidad que este

mismo les suministra.(Parque Del Café - Diversión Con Sabor a Café - Sitio Web Oficial, n.d.)

El Montenegro de hoy es el resultado de muchas actuaciones que por el pasar de los años suceden en cualquier territorio, pero con la mentalidad de que fueron las mejores decisiones tomadas para que se diera estos desarrollos turísticos, vendavales, terremotos, cambios en sus planes de ordenamiento territorial hicieron que Montenegro

sobresaliera como eje central de turismo, el saber aprovechar cada una de las bondades que nos regaló Dios a desenlazado en el aprovechamiento de este pedacito de cielo, con la nueva determinación de declarar una zona de desarrollo turístico prioritario Montenegro tiene aún más posibilidades de seguir creciendo en este ámbito sin dejar atrás que así como tiene sus bondades también tiene sus problemas de diferente índole pero que tienen que ser minimizadas para seguir en este desarrollo y crecimiento social, económico y poblacional de este municipio.

Gerencia Y El Turismo

Es importante a la hora de desarrollar un proyecto tener cuenta las mil y una leyes que lo pueden enmarcar, no solo para sacar a flote lo que se pretende hacer, sino para comprender como funcionan óptimamente las empresas independientemente del renglón o carácter que sean, regiones o países desde el ámbito legal y normativo, pero a pesar de todo este conocimiento es relevante tener competencias técnicas que se desarrollen al interior de muchos de los componentes que forman el territorio para el caso de Montenegro, sería hoteles, hostales, instituciones públicas entre otros que se encuentren inmersos en el sector del turismo o que se beneficien indirectamente de este y que por ende deben contar con las herramientas gerenciales

apropiadas para llevar acabo de forma satisfactoria todo lo referente a la óptima administración.

Dado lo anterior plasmamos aquí la importancia de la gerencia en el turismo, ya que este es el componente encargado de planificar, organizar dirigir, controlar y evaluar, todas las acciones en pro del desarrollo y óptimo desenvolvimiento de la empresa inmersa en el sector del turismo independientemente del tamaño que sea. El Gerente como cabeza principal debe coordinar sus actividades con las otras partes de la organización para el mejor cumplimiento de los objetivos misionales, es por esto por lo que esta última parte de este artículo queremos analizar la responsabilidad social que tienen los diferentes gerentes del sector turismo y del estado en la consagración del departamento del Quindío y del municipio del Quindío con la visión de Armenia 2030 mencionada aquí anteriormente.

De manera que esta parte, aunque solo detalla de forma descriptiva tal importancia quedara para futuras investigaciones recalcar de forma cuantitativa la realización de un artículo que lleve a la luz como influye una óptima gestión en el rendimiento a largo plazo de una organización y si queremos un Montenegro competitivo necesitamos gerentes capaces de llevarlo a cabalidad en toda extensión de la palabra.

No es la primera vez que se habla de eso ya, Pelekais & Aldrin en su estudio de responsabilidad social de la gerencia publicado en 2008, venían hablando de la

responsabilidad social que tiene la gerencia como plataforma de desarrollo turístico y planteaban de manera general como un gerente debe considerar aspectos legales y sociales como principios relevantes de las organizaciones siendo estas un adicional dentro de los componentes técnicos para sacar adelante el proyecto en el que se esté trabajando y en el caso del sector turismo

no merece restarle importancia, por tal motivo el avance del turismo en el mundo ha llevado a surgimiento de estudios descriptivos y analíticos que deben ser estudiados por los gerentes que estén inmersos en este sector ya que potenciar el desarrollo económico y competitivo los requiere para impactar de forma positiva diferentes regiones o países.

Conclusión

Podemos concluir con base en las ideas que hemos tomado a lo largo del presente artículo que la inclusión de una zona de desarrollo turístico prioritario en el municipio de Montenegro departamento del Quindío tiene como componentes una serie de variables económicas, sociales, ambientales y legales que le dan herramientas al igual que oportunidades para su aprovechamiento y explotación de la mejor manera posible, la industria turística esta en apogeo y los inversionistas están apostándole a este tipo de mercados que desde un componente íntegro y sustentable puedan generar productividad tanto para esta región como para sus inversiones, Montenegro entra en una nueva etapa al tener incluido dentro de su plan de ordenamiento territorial una zona de desarrollo turístico prioritario tiene la alternativa de ir acomodando una serie de temas y propuesta en pro del crecimiento económico y desarrollo social de sus habitantes, vemos entonces que son benéficos y saludables las ventajas en materia económica y generación de empleo para esta región, al igual que la conciencia de la explotación de este mercado de manera sustentable y amigable con el medio ambiente, en el transcurrir de cada capítulo se va vislumbrando cada uno de los componentes con lo cual se puede llegar a una óptica propia sobre el tema desarrollado, aunque el término “turismo” es conocido hace varios años en el presente artículo se tomó desde la perspectiva legal y desde un nuevo termino naciente para esta industria como los son “las Zonas de desarrollo turístico prioritario” es por ello que la gran mayoría de las fuentes de consultas son de aspectos legales ya que por ser

nuevo estos términos no se encuentran trabajos o estudios a fondo sobre el tema.

Referencias Bibliográficas

- Ley 388 de 1997 - Ordenamiento Territorial**, Pub. L. No. ley 388 (1997).
<https://funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=339>
- GUZMÁN MAYA, A. F., & PARRA MEJÍA, C. A. (2008). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL MANEJO TURÍSTICO DE LA FINCA NÁPOLES, MONTENEGRO (QUINDÍO) [TESIS PREGRADO, UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA].**
<https://repositorio.utp.edu.co/items/fa705831-22b8-460d-9145-e78239338781/full>
- Ley 300 de 1996 - Ley General de Turismo**, Pub. L. No. ley 300 (1996).
<https://funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=8634>
- Manuel Restrepo Abondano, J., PABLO FRANKY MARÍN Viceministro de Turismo, J., Fajardo Mariño, K., Bravo, A., Superior de Turismo Sandra Oviedo, C., María Claudia Guayacán, D., Agradecimientos, D., Riveros, E., Eugenia Anzola, M., Russi, S., Ramos, J., Fajardo, K., Leonel, M., & Solano Claudia Velásquez, J. (2018). “PLAN SECTORIAL DE TURISMO 2018-2022 TURISMO: EL PROPÓSITO QUE NOS UNE.”** <https://www.mincit.gov.co/getattachment/minturismo/calidad-y-desarrollo-sostenible/desarrollo-regional/plan-sectorial-de-turismo-2018-2022/plan-sectorial-de-turismo-2018-2022/pst-para-publicacion.pdf.aspx>
- Massiris Cabeza, A. (2000). Determinantes de los planes de ordenamiento territorial (1st ed.).** <https://www.bibliotecadigitaldebogota.gov.co/resources/2092897/>
- Nueva Crónica Quindío, & Pinto A, N. (2016). Montenegro, la aldea del civismo y el café -.** <https://www.cronicadelquindio>

com/noticias/region/montenegro-la-aldea-del-civismo-y-el-caf

Ocampo, A. R., Alfredo, J., Saavedra, P., Toro Velásquez, G. A., Rodríguez Suárez, R., Dirección, A., Víctor, T., Fernández, R., Asesor, Á., De, G., María, D., Riveros, E., Asesor, R., De Estudios, G., Carlos, E., Vives, A., Asesor, P., De Calidad, G., Alejandro, S., & Jaimes, T. (2000). *ORDENAMIENTO TERRITORIAL: Bases para el Desarrollo Turístico Municipal* (Dirección general de turismo, Ed.; 1st ed.). Min Desarrollo. <https://repositoriocdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/12866/11369-14.pdf?sequence=12>

Quindío, M., & CONCEJO MUNICIPAL. (2012). Acuerdo 007. https://observatorio.quindio.gov.co/images/Herramientas_Planificacion_Territorial/Planes_Desarrollo/MONTENEGRO_2012_2015.pdf

Rojas A. (2012). *Revelamos 23 microhistorias del parque del café. La crónica del Quindío*, recuperado de <http://www.cronicadelquindio.com/>

Ministerio de Comercio Industria y Turismo. Documento de política sectorial: *Plan sectorial de turismo*, 2014. Bogotá DC. Recuperado de: www.mincit.gov.co/minturismo

Ministerio de Comercio Industria y Turismo. *Política de turismo de naturaleza*, 2012. Bogotá DC. Recuperado de: www.mincit.gov.co

Municipio de Montenegro. *Secretaría de Planeación Municipal. Plan básico de ordenamiento territorial*, 2006. Montenegro (Q). Recuperado de: <http://www.montenegro-quindio.gov.co>

Proyecto de acuerdo (2015). Municipio de Montenegro. Alcaldía de Montenegro

Congreso de la república. Ley 1450 de 2011. Bogotá. Recuperado de: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/>

Ministerio de comercio industria y turismo. *Planes Regionales de desarrollo turístico 2011*. Bogotá. Recuperado de: www.mincit.gov.co/minturismo

Plan de gestión ambiental regional departamento del Quindío. Corporación Autónoma regional del Quindío. 2003, Quindío. Recuperado de: https://www.crq.gov.co

Prieto, J. Luengas, E (2012). *La ley orgánica de ordenamiento territorial, como instrumento para la integración del ordenamiento territorial y ambiental*. Recuperado de www.umng.edu.co/

Henao C. 1990. *ANTOLOGIA DE MONTENEGRO 100 AÑOS*. Montenegro:Editorial Neruda.

Pelekais & Aldrin (2008). *Responsabilidad social de la gerencia cultural como plataforma del desarrollo turístico en zonas costeras venezolanas*. Recuperado de <http://revistas.unimagdalena.edu.co/>

Concejo Municipal. Acuerdo 010 de 2.015. *Montenegro Quindío*. ecuperado de: <http://www.montenegro.gov.co/>



Importancia de la Implementación de un Sistema de
Gestión de Calidad en Laboratorios de Ensayo.

Importance Of Implementing A Quality Management System
In Testing Laboratories.

Ing. Francisco Javier Guerra Portilla.
SENA, Centro de Industria y Construcción, Colombia.
fguerra7@misena.edu.co

Ing. Isabel Cristina Rojas Rodríguez.
Universidad de Ibagué, Centro de Industria y Construcción,
Colombia. rojasrodriguezic@gmail.com

Ing. Diego Fernando Torres Leguizamón.
SENA, Centro de Industria y Construcción, Colombia.
dftorresl@sena.edu.co

Resumen

En la actualidad los laboratorios de ensayo se enfrentan a grandes retos en la prestación de servicios. Estos relacionados a la realización de ensayos con calidad exigidos por clientes y entes de control; cabe resaltar que recae en el laboratorio la responsabilidad de la fiabilidad de los resultados que emite, tomando en cuenta que estos son el punto de partida para diseñar o tomar decisiones que afectan o ponen en riesgo la salud y la integridad de la comunidad.

Para identificar los beneficios de los Sistemas de Gestión de Calidad (SGC) se hace necesario revisar, analizar y sintetizar la importancia de su implementación en los laboratorios de ensayo. Para esto se presenta un comparativo entre un laboratorio con y sin sistema de gestión de calidad de acuerdo con la Norma NTC-ISO/IEC 17025:2017., donde se evidencia que los sistemas de gestión permiten la optimización de procesos generando ahorros, aumentando la credibilidad del laboratorio y por ende la satisfacción del cliente.

Palabras clave: Sistema de gestión, calidad, Normatividad, ISO.

Abstract

Nowadays, testing laboratories face great challenges in providing services. These challenges are related to performing high-quality tests demanded by customers and regulatory entities. It is important to emphasize that the laboratory is responsible for the reliability of the results given,

considering that these results are the starting point for designing or making decisions that affect or endanger the health and integrity of the community.

To identify the benefits of Quality Management Systems (QMS), it is necessary to review, analyze and synthesize the importance of their implementation in testing laboratories. To do this, a comparison is presented between a laboratory with and without a quality management system according to the NTC-ISO/IEC 17025:2017.. standard, where it is evident that management systems allow process optimization, generating savings, increasing the laboratory's credibility, and therefore customer satisfaction.

Keywords: Management system, Quality, Regulations, ISO.

Introducción

Desde la Segunda Guerra Mundial, la importancia de la calidad en los productos ha sido cada vez más evidente y desde allí ha crecido el interés en las organizaciones de las diferentes áreas del conocimiento (ONU, NASA, OTAN, entre otras) por obtener productos de proveedores que den garantía de calidad junto con la necesidad de trabajar con normas internacionalmente reconocidas (Acedis Formaciòn, n.d.)

En 1947, se inicia oficialmente la creación de la International Standardization Organization - ISO (Organización Internacional para la Normalización) con sede en Ginebra, Suiza, y se encuentra conformada en la actualidad por organismos nacionales de normalización de 167 países y cuenta con 24.497 estándares internacionales que involucran aspectos de tecnología y manufactura (NORMA INTERNACIONAL Traducción Oficial Official Translation Traduction Officielle, 2018). En Colombia por su parte, el miembro aliado es el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) el cual participa en el desarrollo de normas internacionales y regionales, brinda formación, servicios de evaluación de conformidad,

entre otros (Icontec, 2023). Es complejo identificar el primer laboratorio en la historia, en los cuales primaba la investigación y el desarrollo de nuevos experimentos y es gracias a esos inicios que se evidenció la necesidad de establecer reglas que propendan por la seguridad, el control de procesos y normalización (Salgado, 2019)

En este contexto, los laboratorios de ensayo han tenido que asumir desafíos cada vez mayores para mejorar la calidad de sus servicios, ya que la credibilidad de los resultados depende de la correcta identificación de las fuentes de incertidumbre, la gestión de riesgos y la documentación continua de sus procesos (Rodríguez-Benavides & Blanco-Sáenz, 2001)

Según Rodríguez, (2009), es fundamental contar con un sistema de gestión, ya que permite un incremento en la efectividad y eficiencia de las operaciones internas del laboratorio, así como mejores oportunidades en el mercado, como consecuencia de alcanzar la categoría de “Laboratorio certificado o acreditado”, permitiendo finalmente la conservación de clientes actuales y lo que redundará en atraer a nuevos usuarios.

En este artículo de reflexión se explorará la importancia de la implementación de un sistema de gestión de calidad en laboratorios de ensayo, como un medio para mejorar la eficiencia y efectividad de sus operaciones internas, así como para obtener la certificación o acreditación que les permita conservar y atraer clientes. Además, se analizará la relevancia de trabajar con normas internacionalmente reconocidas y de contar con el respaldo de organismos nacionales de normalización. (Rodríguez & Rodríguez, 2009)

Para esto se aborda la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es la importancia de implementar un sistema de gestión de calidad en laboratorios de ensayo?; Con el objetivo de dar

respuesta a dicho interrogante, se identifican en primer lugar las características de los laboratorios con y sin sistema de gestión de calidad en la Norma NTC-ISO/IEC 17025:2017... Posteriormente, se analizan dichas características y se evalúan las diferencias respecto de cómo se realizan los procesos técnicos y administrativos en ambos tipos de laboratorio.

Se espera que este artículo contribuya a una mayor comprensión de la importancia de la implementación de un sistema de gestión de calidad en laboratorios de ensayo, y su impacto en la calidad de los servicios que prestan.

Metodología

La metodología se basa en la verificación de la Norma de Calidad NTC-ISO/IEC 17025:2017... Adicionalmente, se efectuó una búsqueda sistematizada de información en bases de datos como Redalyc, Dialnet e IsoTools, que ofrecen información pertinente y actualizada del tema, tomando en cuenta documentación de los últimos 10 años.

La verificación de la norma de calidad empleada para evaluar los laboratorios con y sin Sistema de Gestión de Calidad (SGC) se realizó mediante los siguientes pasos:

- 1. Identificación de las normas de calidad aplicables a los laboratorios de ensayo.**
- 2. Recopilación de información relacionada a las características de los laboratorios con y sin sistema de gestión de calidad.**
- 3. Evaluación del cumplimiento de normas de calidad aplicables a laboratorios de ensayo.**
- 4. Comparación de los resultados obtenidos en la evaluación de los laboratorios con y sin sistema de gestión de calidad.**

5. Documentación del proceso metodológico, incluyendo la identificación de las normas de calidad aplicables y la evaluación del cumplimiento.

Análisis

Un laboratorio de ensayo es una instalación donde se realizan pruebas y análisis de materiales, productos y procesos para garantizar su calidad y seguridad. Los laboratorios pueden adoptar Normas Internacionales siempre y cuando estén alineadas con el desarrollo de sus actividades y con los entes de control del país. Estas pueden ser utilizadas para la certificación o acreditación.

En Colombia, las principales normas con las cuales se puede implementar un sistema de gestión de calidad y a su vez realizar actividades de seguimiento son:

NTC ISO IEC 17025:2017: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.

NTC ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de calidad y sus requisitos.

El concepto de calidad no es nuevo, ya que este es inherente al hombre (Rodríguez & Rodríguez, 2009) sin embargo, muchos laboratorios no cumplen con la normatividad y los requisitos de los entes reguladores. La calidad en los laboratorios puede contribuir de manera importante a mejorar el desarrollo de las actividades de una empresa, por ello se debe propender por contar con laboratorios con altos estándares, que cuenten con un sistema de gestión que permita garantizar un desempeño adecuado del laboratorio y de esta manera contar con la confianza de sus resultados.

Para los laboratorios es fundamental que su capacidad sea verificada con un proceso de inspección, evaluación y finalmente, la afirmación

de la calidad de sus procesos por un ente de control.

La documentación es una herramienta fundamental en los sistemas de gestión puesto que permite tener una trazabilidad y llevar control de los procesos internos y externos del laboratorio. El documento principal es el Manual de Calidad del cual derivan formatos, procedimientos e instructivos o guías, entre otros.

Para poder evidenciar claramente la importancia de la implementación de un SGC en laboratorios de ensayo se presenta a continuación en la Tabla 1 un comparativo entre un laboratorio con sistema de gestión de calidad y otro sin sistema, frente a los requisitos de la Norma ISO IEC 17025:2017.

Tabla 1.

Comparativo entre laboratorios con y sin sistema de gestión de calidad ISO / IEC 17025:2017

REQUISITOS	LABORATORIO CON SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	LABORATORIO SIN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
Imparcialidad y confidencialidad	Se garantiza la ejecución de actividades sin presiones de ninguna índole por parte de las directivas y se realiza identificación, seguimiento y mitigación de riesgos identificados. El personal se compromete a actuar de manera confidencial siguiendo procedimientos establecidos en el laboratorio	Son propensos a que ocurran acciones que pongan en riesgo la imparcialidad, ejemplo: las relaciones basadas en la propiedad, gobernanza, gestión, personal, recursos compartidos, finanzas, contratos, marketing (incluido el desarrollo de marca) y el pago de comisiones sobre ventas u otro incentivo por captar nuevos clientes, etc. De igual forma hay vulnerabilidad de la información de los clientes y de los ensayos.

REQUISITOS	LABORATORIO CON SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	LABORATORIO SIN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
Requisitos relativos a la estructura y personal	El laboratorio debe estar legalmente constituido, tiene una estructura de personal y de la alta dirección con funciones y perfiles específicos.	Generalmente no cuentan con suficiente personal por lo que no es prioridad el definir la competencia técnica, formación, ni se realiza supervisión, autorización y seguimiento, ocasionando problemas de imparcialidad, ejemplo: la persona que realiza el ensayo es la misma que elabora y aprueba el informe de resultados.
Instalaciones y condiciones ambientales, equipamiento y trazabilidad metrológica	Se realiza registro, seguimiento y control de las condiciones ambientales de las instalaciones del laboratorio de acuerdo a las especificaciones de la norma. Los equipos cuentan con procedimientos para manipulación, transporte, calibración, comprobación intermedia, verificación del método y plan de mantenimiento, asegurando que los resultados de la medición sean trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI)	No es posible asegurar la validez de los resultados ya que no se cuenta con herramientas y procedimientos suficientes para garantizar que las condiciones ambientales sean las requeridas por la norma, así como la realización de mantenimientos ni calibraciones a los equipos.
Selección, verificación y validación de métodos	Se informa al cliente el método con normativa vigente, adicionalmente se realiza verificación de métodos de ensayos interna para garantizar el cumplimiento de los lineamientos establecidos en las normas de ensayo.	Se puede ejecutar un método que se encuentra obsoleto por la normativa gubernamental.
Muestreo y manipulación de los ítems de ensayo	El laboratorio cuenta con un plan y un método de muestreo, así como un procedimiento para el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento, conservación y disposición o devolución de los ítems de ensayo.	Se puede presentar un alto riesgo en la toma de muestra, el transporte, recepción, manipulación, protección, almacenamiento y conservación de los ítems de ensayo.

REQUISITOS	LABORATORIO CON SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD	LABORATORIO SIN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD
Registros técnicos, evaluación de la incertidumbre de medición y aseguramiento de la validez de los resultados	El laboratorio asegura que los registros técnicos para cada actividad contienen los resultados, su incertidumbre de medición asociada e información suficiente para de ser necesario poder repetir el ensayo en condiciones lo más cercanas posibles a las originales. Asimismo, cuenta con un procedimiento para hacer el seguimiento de la validez de los resultados.	No se garantiza que la información reportada sea suficiente como lo exige la norma de ensayo, ni se contempla el error implícito en la ejecución de método por operario, equipos, condiciones ambientales llevando al reporte de un valor erróneo en el informe de resultado. Generalmente no se cuenta con procedimientos para el seguimiento de la validez de los resultados.
Quejas y trabajo no conforme	El laboratorio cuenta con un proceso documentado para recibir, evaluar y tomar decisiones con el fin de darle tratamiento a las quejas. Además, cuenta con un procedimiento para el tratamiento de trabajo no conforme.	Al no contar con un sistema de gestión no es claro para los usuarios el procedimiento para realizar una queja, ni para dar tratamiento a trabajo no conforme que permita garantizar que se resuelva y que no se repita.

Fuente: (Norma NTC-ISO/IEC 17025:2017., 2017).

Analizando la **tabla 1**, se puede determinar que las características relevantes de los dos tipos de laboratorio mencionados anteriormente son:

a) Características de un laboratorio de ensayo sin sistema de gestión:

El personal técnico realiza las pruebas y análisis de manera manual, sin una metodología clara y estandarizada.

Las muestras se manejan sin un registro adecuado, lo que puede llevar a errores y confusiones.

Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, pueden no ser controladas, lo que puede afectar los resultados de las pruebas.

No hay un seguimiento claro del equipo y los materiales utilizados, lo que puede llevar a su deterioro o pérdida.

Los informes de los resultados de las pruebas pueden ser incompletos, inexactos, tardíos, lo que puede afectar la toma de decisiones y la calidad del producto final.

La seguridad del personal y de las muestras no se gestiona adecuadamente, lo que puede poner en riesgo la salud y la seguridad del personal y la integridad de las muestras.

b) Características de un laboratorio de ensayo con sistema de gestión:

El personal técnico sigue una metodología clara y estandarizada para realizar las pruebas y análisis, lo que garantiza la reproducibilidad de los resultados.

Las muestras se manejan de manera sistemática, con un registro claro y preciso, lo que garantiza su trazabilidad y evita errores y confusiones.

Las condiciones ambientales, como la temperatura y la humedad, se controlan y se registran, lo que garantiza la fiabilidad de los resultados de las pruebas.

Se realiza un seguimiento riguroso del equipo y los materiales utilizados, lo que garantiza su mantenimiento y su uso eficiente.

Los informes de los resultados de las pruebas se generan de manera automatizada, con un formato claro y completo, lo que facilita la toma de decisiones y mejora la calidad del producto final.

Se gestiona adecuadamente la seguridad del personal y de las muestras, con políticas claras y procedimientos de seguridad, lo que garantiza la salud y la seguridad del personal y la integridad de las muestras.

En resumen, un laboratorio de ensayo con SGC es mucho más eficiente, seguro y confiable que uno sin sistema de gestión. Los sistemas de gestión, que se basan en una Norma como la NTC-ISO/IEC 17025:2017., garantizan que los laboratorios de ensayo sigan las mejores prácticas y estándares internacionales, lo que mejora la calidad de los resultados y la confianza en los productos y procesos analizados.

Discusión Y Conclusiones.

La implementación de un sistema de gestión en un laboratorio de ensayo tiene un impacto significativo para el sector productivo puesto que influye en la calidad de los resultados y la seguridad de las muestras y el personal. En un laboratorio sin sistema de gestión, el personal técnico puede trabajar de manera independiente y sin una metodología clara, lo que puede llevar a resultados inconsistentes y errores en la documentación de las pruebas. Por otro lado, en un laboratorio con sistema de gestión, el personal técnico sigue una metodología clara y estandarizada, lo que garantiza la reproducibilidad de los resultados y la trazabilidad de las muestras y esto a su vez permite una toma de decisiones informada y mejorada en la producción y procesos.

Otra diferencia clave entre un laboratorio con y sin SGC es la gestión adecuada de la seguridad del personal y las muestras. En un laboratorio sin sistema de gestión, puede haber un mayor riesgo de seguridad para el personal y las muestras debido a la falta de políticas y procedimientos claros. En contraste, un laboratorio con SGC implementa políticas y procedimientos de seguridad claros y documentados, lo que minimiza el riesgo de daños a las muestras y lesiones al personal además de aumentar la confianza en

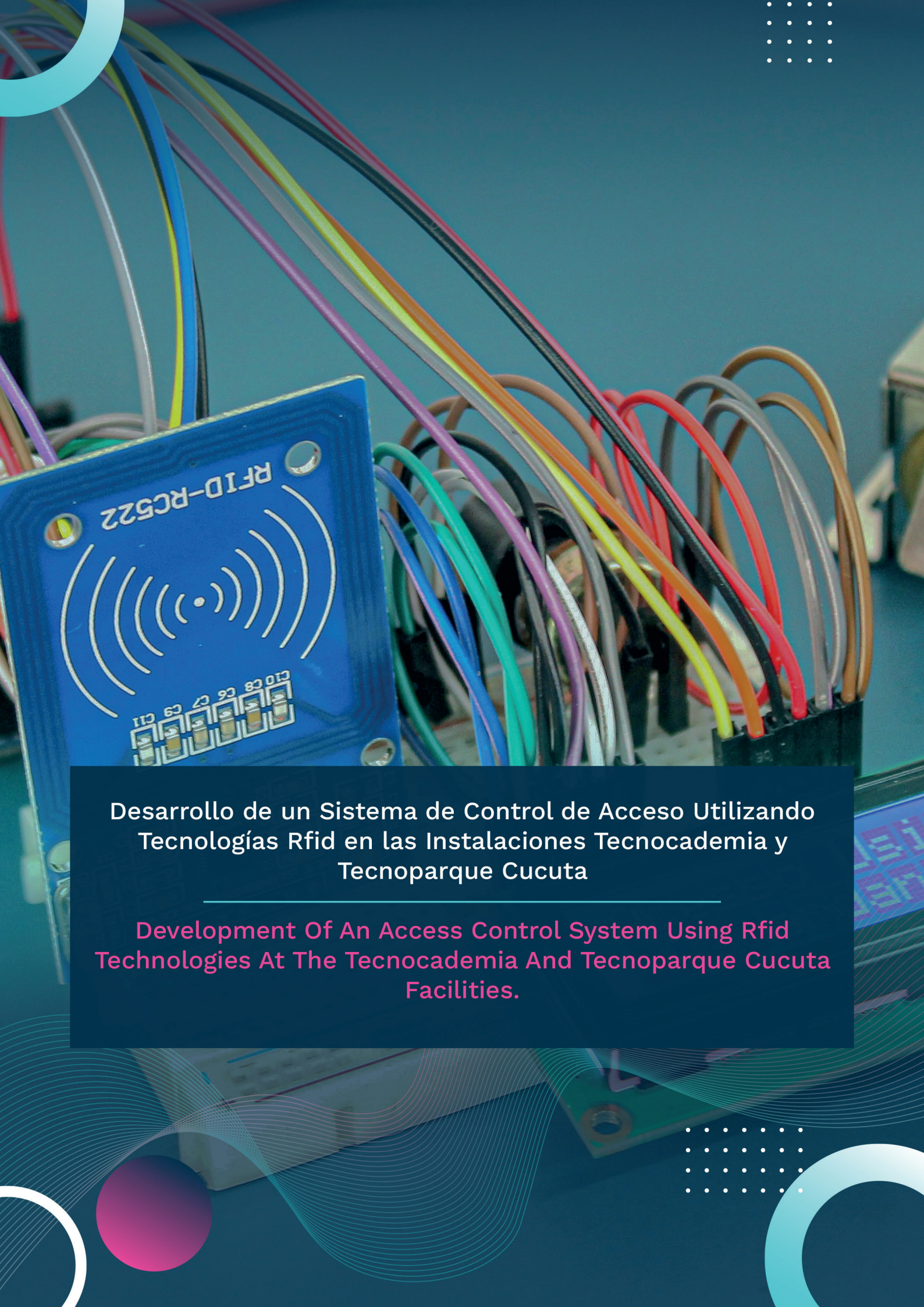
los resultados del laboratorio y en la calidad del producto final.

En conclusión, la implementación de un sistema de gestión de calidad en laboratorios de ensayo es de gran importancia para el sector productivo de un país porque garantiza la calidad de los productos, ayuda a cumplir con las normas y regulaciones de calidad, mejora la eficiencia y eficacia de los procesos y aumenta la competitividad de las empresas.

Salgado, C. (2019, February 3). *Laboratorios: Su origen y reglamentación*. Brain Support. <https://www.brainlatam.com/blog/laboratorios-su-origen-y-reglamentacion-330>

Referencias Bibliográfica

- Acedis Formaciòn. (n.d.). *Historia de la ISO 9001:2015 · Curso de Técnico en ISO 9001:2015*. Retrieved March 28, 2023, from <https://www.curso-iso-9001-2015.com/historia-de-la-iso-9001-2015>
- Icontec. (2023). *Quiénes somos - Icontec*. <https://www.icontec.org/quienes-somos/>
- NORMA INTERNACIONAL Traducción oficial
Official translation Traduction officielle, Pub. L. No.NTC-ISO/IEC 17025:2017.,NTC-ISO/IEC 17025:2017.. 1 (2018). www.iso.org
- Rodríguez, M. C., & Rodríguez, D. R. (2009). *El concepto de calidad: Historia, evolución e importancia para la competitividad*. Revista de La Universidad de La Salle, 2009(48). <https://ciencia.lasalle.edu.co/ruls/vol2009/iss48/4>
- Rodríguez-Benavides, G., & Blanco-Sáenz, R. (2001). *Aseguramiento de la calidad analítica y norma ISO 17 025 en laboratorios clínicos y químicos*. Revista Costarricense de Ciencias Médicas, 22(1-2), 83-97. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-29482001000100009&lng=en&nrm=iso&tlng=es



Desarrollo de un Sistema de Control de Acceso Utilizando Tecnologías Rfid en las Instalaciones Tecnoacademia y Tecnoparque Cucuta

Development Of An Access Control System Using Rfid Technologies At The Tecnoacademia And Tecnoparque Cucuta Facilities.

MsC. María Carolina Duque Suárez.
SENA, Centro CEDRUM, Grupo CEDRUM NDS, Regional N.D.S, Tecno-
parque Cúcuta, Colombia.
macduques@sena.edu.co

Esp. Carlos Mario Clavijo Pérez.
Centro CEDRUM, Grupo CEDRUM NDS, Regional N.D.S, Tecnoparque
Cúcuta, Colombia.
cmclavijo@sena.edu.co

Julián Enrique Molina Granados.
SENA, Centro CEDRUM, Grupo CEDRUM NDS, Regional N.D.S, Tecno-
parque Cúcuta, Colombia.
juemg.1234@gmail.com

MsC Oscar Manuel Duque Suárez.
SENA, Universidad de Pamplona, Grupo automatización y control,
Colombia.
omduque@unipamplona.edu.co

Resumen

Este artículo establece los criterios de diseño necesarios para el sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID (Identificación Por Radiofrecuencia), la selección de los elementos de procesamiento, control visualización, instrumentación y demás necesarios en los sistemas de control de acceso, el diseño, construcción y prueba de funcionamiento del sistema en un entorno real, estas pruebas se ejecutaron con aprendices del programa Tecnoacademia Nodo Cúcuta, así mismo se logra validar su correcto funcionamiento y consideraciones a tener en cuenta cuando el sistema este en uso continuo.

Palabras clave: Control de acceso, RFID, Raspberry, Base de datos, Python, Tecnoacademia y Tecnoparque.

Abstract

This article establishes the necessary design criteria for the access control system using RFID (Radio Frequency Identification) technologies, the selection of processing elements, visualization control, instrumentation and others necessary in access control systems, the design, construction and operation test of the system in a real environment, these tests were carried out with apprentices from the Tecnoacademia Nodo Cúcuta program, likewise it is possible to validate its

correct operation and considerations to take into account when the system is in continuous use.

Keywords: Access control, RFID, Raspberry, Database, Python, Tecnoacademia and Tecnoparque.

Introducción

Tener un control de acceso es una gran herramienta para monitorear, controlar e identificar la asistencia de los aprendices y talentos, de esta forma evitar cualquier posible inconveniente futuro para la institución, debido a esta problemática se sugiere la realización de un sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID por medio de tarjetas, debido a que esta tecnología permite un control de acceso que no necesita contacto entre distintas personas, lo cual es muy útil teniendo en cuenta la situación actual en la institución mantener el control de ingreso y salida, además de que también ayuda a motivar a los aprendices y talentos a al desarrollo de proyectos que puedan realizar, asimismo, permite tener la información de ingreso y salida de los usuarios en la nube, lo cual logra mantener la información al alcance de los administradores en cualquier momento sin la necesidad de exportarlos por algún medio físico para su posterior análisis.

Tener un control de acceso es una gran herramienta para monitorear, controlar e identificar la asistencia de los aprendices y talentos, de esta forma evitar cualquier posible inconveniente futuro para la institución, debido a esta problemática se sugiere la realización de un sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID por medio de tarjetas, debido a que esta tecnología permite un control de acceso rápido e inequívoco, debido a que los aprendices y funcionarios están incluidos en la base de datos, lo cual cada persona tendrá su tarjeta de acceso para el ingreso y salida de las instalaciones, esto permite realizar rápidamente el registro, ayudando al flujo diario de personas que se presentan en las instalaciones, por medio de un dispositivo de fácil adaptación, táctil y de fácil manejo por cualquier persona que interactúe con este

Antecedentes

(Chlebana, 2020), argumenta que el objetivo principal de este proyecto es el diseño y la implementación de un sistema de control de acceso seguro para utilizar el internet de las cosas (IoT), esto mediante la utilización de dispositivos bluetooth, etiquetas RFID y otros dispositivos, se opta por la tecnología RFID debido a que es muy asequible y segura ya que este tipo de tecnología resulta ser compleja al momento de ser clonada por usuarios ilegítimos, gracias a esta particularidad la tecnología RFID es una alternativa muy buena para utilizar con el IoT, además mediante la tecnología bluetooth se puede realizar intercambios de información entre los dispositivos IoT.

(Nidhi, 2017) menciona que la experiencia del proyecto fue la mayor prioridad es el tiempo, la eficiencia y la seguridad. El uso del sistema de puertas manuales se reduce por completo y se está implementando el uso de la tecnología RFID y otras técnicas de detección para las barreras de puertas automáticas en las puertas de peaje y otros fines de detección de vehículos o tráfico.

Definición Del Problema

Debido a la situación mundial de la pandemia generada por el virus Covid-19 hace dos años, nació la iniciativa de evitar las aglomeraciones en áreas las cuales era un gran inconveniente en el día a día de las personas y los centros de educación superior, debido a esto contar con un sistema que ayude a controlar, identificar y monitorear la cantidad de personas que ingresan a cualquier lugar se ha convertido en algo de vital importancia a tener en cuenta, sumado al hecho de que en Tecnoacademia y tecnoparque las personas que ingresan regularmente son menores de edad, por lo cual es aún más importante contar con un sistema que permita monitorear el acceso de los usuarios en las instalaciones, si no, crear un consolidado a través del tiempo para analizar diferentes tendencias que puedan aportar para mejorar los servicios prestados por parte de la institución.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID para Tecnoacademia y Tecnoparque nodo Cúcuta, regional Norte de Santander.

Objetivos Específicos

- Establecer los criterios de diseño del sistema de control de acceso utilizando tecnologías RFID para Tecnoacademia y Tecnoparque nodo Cúcuta, regional Norte de Santander.
- Seleccionar los elementos de procesamiento, control, visualización, instrumentación, materiales y demás necesarios en los sistemas de control de acceso utilizando tecnologías RFID
- Diseñar el sistema de control de acceso para Tecnoparque y Tecnoacademia nodo Cúcuta, regional Norte de Santander
- Implementar el sistema de control de acceso en Tecnoparque y Tecnoacademia nodo Cúcuta, regional Norte de Santander
- Realizar las fichas técnicas de los sistemas y sus elementos, hojas de vida y manuales de usuario

Métodos o Diseño Metodológico

El proyecto se desarrolló bajo la guía metodológica de tecnoparque la cual está diseñada bajo los niveles de madurez tecnológica TRL, que direcciona a catalogar cada fase de evolución que se ejecuta en un proyecto como un nivel de madurez alcanzado, hasta lograr la materialización de este, logrando superar pruebas de laboratorio y en entornos reales, en la construcción del prototipo se tuvo en cuenta los parámetros de diseño, funcionalidades, integración entre las plataformas, disponibilidad en el mercado local, y el valor presupuestal mínimo necesario para obtener la mayor cantidad de beneficios, así mismo, este proyecto llegó al nivel TRL 7 debido a que el éxito de la investigación está en que

sea posible su implementación con tecnologías disponibles en el mercado; de lo contrario solo sería una forma teórica que no podría llevarse a un estudio de viabilidad real.

El proyecto se realizó siguiendo las siguientes etapas:

- Se desarrollaron los criterios de diseño

- Se seleccionaron los materiales a utilizar
- Se diseñó la interfaz de usuario
- Se diseñó el sistema electrónico
- Se construyó el sistema de control de acceso RFID
- Se implementó y realizaron pruebas de funcionamiento

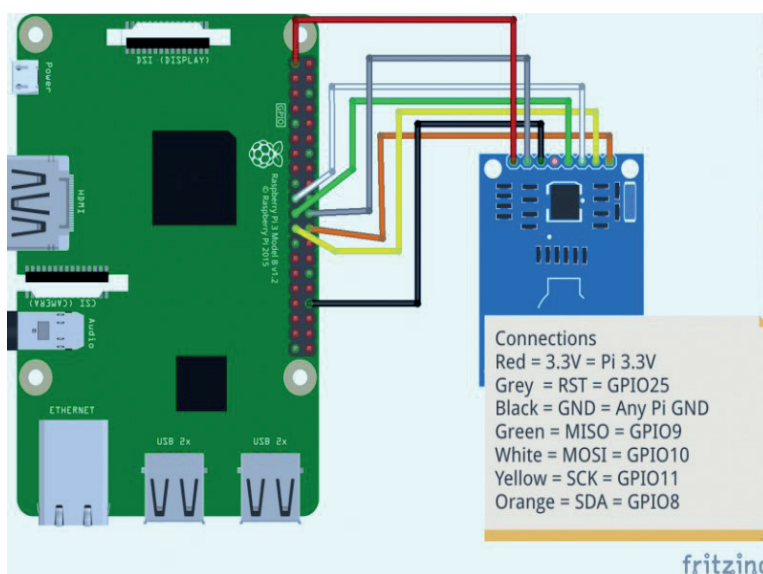
Análisis de resultados

Sistema RFID

En el circuito electrónico de la **figura 1** representa Este circuito no cuenta con un nivel elevado de complejidad debido a que se compone únicamente del lector RFID y la Raspberry, pero es necesario conocer con precisión la forma correcta de conectar los distintos pines, esto debido a que un error de conexión podría llegar a generar un daño irreparable tanto en la tarjeta como en el lector.

Figura 1.

Esquema de conexiones del circuito electrónico del sistema de riego.



Nota: Construcción propia

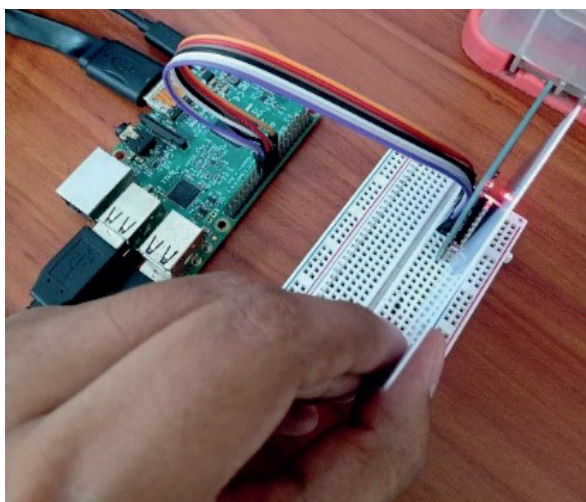
Debido a que este sistema no cuenta con muchos elementos de hardware las pruebas experimentales se realizan más a nivel de funcionamiento de código en lugar de funcionamiento de componentes de hardware, cabe resaltar que las primeras pruebas

experimentales si se realizan a hardware debido a que estas pruebas se realizan con el fin de comprobar el correcto funcionamiento del lector RFID y que este cumpla de forma satisfactoria todas las funciones para las que está diseñado.

Las primeras pruebas realizadas son las de lectura y escritura de información en las tarjetas a utilizar con el fin de asegurarse la correcta lectura de las tarjetas como se observa en la **figura 2 y 3**, las cuales contienen internamente un chip RFID con una codificación diferente cada una, esta prueba se ejecuta inicialmente para comprobar el buen estado como del lector y cerciorase si este cumple con las funciones de lectura y escrituras especificadas en su hoja de características o datasheet, cabe resaltar que en este caso se utilizaron únicamente tarjetas RFID para la realización de las pruebas.

Figura 2.

Conexión del lector RFID para ser sometido a pruebas de funcionamiento.



Nota: Construcción propia

Figura 3.

Pruebas de funcionamiento del lector RFID con las tarjetas RFID.



Nota: Construcción propia

Para poder comprobar que el lector funciona correctamente es necesario realizar un par de códigos que se encargan de realizar la lectura y escritura de información en las tarjetas.

Figura 4.

Código utilizado en las pruebas de lectura, escritura y Resultados obtenidos de las pruebas

```
import RPi.GPIO as GPIO
from mfrc522 import SimpleMFRC522

reader=SimpleMFRC522()

try:
    id,text=reader.read()
    print(id)
    print(text)
finally:
    GPIO.cleanup()

import RPi.GPIO as GPIO
from mfrc522 import SimpleMFRC522

reader=SimpleMFRC522()

try:
    text=input("New data: ")
    print("Now place your tag to write")
    reader.write(text)
    print("Written")
finally:
    GPIO.cleanup()
```

Nota: Elaboración propia

Cómo se puede apreciar en la **figura 4** tanto el lector como las tarjetas funcionan correctamente, ya que se puede apreciar que la información

guardada en la tarjeta mediante el código. Una de las necesidades principales del sistema es la generación de un archivo en el que se almacenen

los registros de los aprendices, esto con el fin de tener un respaldo de toda la información registrada para analizarla posteriormente en caso de ser necesario, esto es posible utilizando la librería openpyxl, esta librería permite generar un archivo en formato de hoja de cálculo (.xlsx) el cual puede

ser visualizado en cualquier equipo de cómputo que cuente ya sea con Excel o cualquier programa que permita utilizar hojas de cálculo, como se muestra en la **figura 5**.

Figura 5.

Código para pruebas de la librería openpyxl (a) y (b).

```
import time
from openpyxl import Workbook

book=Workbook()
sheet=book.active

nombres=['Manuel','Lucas','Lucia','Laura']
apellidos=['a','b','c','d']
td=['T.I','C.C','T.I','C.C']
nd=['12345','67890','24579','192837']
cargo=['Aprendiz','Instructor','Aprendiz','Instructor']
le=['electronica','telecomunicaciones','Sistemas','Bioquimica']
institucion=['inem','SENA','sagrado corazon','SENA']
curso=['8','NO APLICA','11','NO APLICA']
instructor=['Lucas','NO APLICA','Lucas','NO APLICA']
jornada=['Mañana','No aplica','Tarde','NO APLICA']
din=['01/02/2020','01/02/2020','01/02/2020','01/02/2020']
hin=['10am','10am','2pm','3PM']
```

```
sheet['A1']='Nombre'
sheet['B1']='Apellidos'
sheet['C1']='Tipo de documento'
sheet['D1']='Numero de documento'
sheet['E1']='Cargo'
sheet['F1']='Linea de estudio'
sheet['G1']='Institución'
sheet['H1']='Curso'
sheet['I1']='Instructor'
sheet['J1']='Jornada'
sheet['K1']='Dia de ingreso'
sheet['L1']='Hora de ingreso'

n=len(nombres)
for i in range(2,(n+2)):
    sheet[f'A{i}']=nombres[i-2]
    sheet[f'B{i}']=apellidos[i-2]
    sheet[f'C{i}']=td[i-2]
    sheet[f'D{i}']=nd[i-2]
    sheet[f'E{i}']=cargo[i-2]
    sheet[f'F{i}']=le[i-2]
    sheet[f'G{i}']=institucion[i-2]
    sheet[f'H{i}']=curso[i-2]
    sheet[f'I{i}']=instructor[i-2]
    sheet[f'J{i}']=jornada[i-2]
    sheet[f'K{i}']=din[i-2]
    sheet[f'L{i}']=hin[i-2]

book.save('pruebasexcel.xlsx')
```

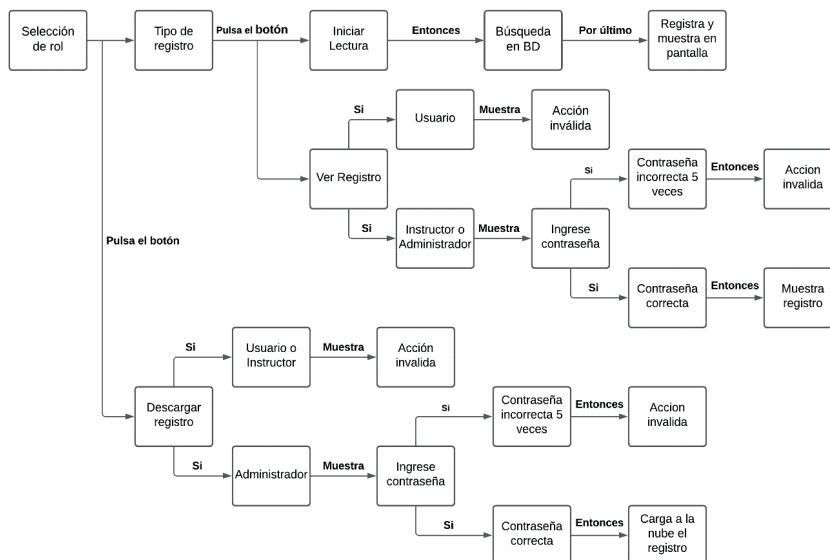
Nota: Elaboración propia

En la HMI es posible visualizar los datos del aprendiz, entre estos datos se encuentran su nombre y apellidos completos, su número y tipo de documento, la institución a la que pertenece y el grado que cursa en el momento y la institución a la que pertenece, entre otros datos, además de que el sistema contará con 3 usuarios distintos, uno de ellos permitirá guardar el registro de ingreso y salida del aprendiz, el segundo usuario será asignado a los instructores con el fin de que estos puedan además de registrar ingreso y salida de aprendices cuenta con acceso a una ventana emergente donde se

puede visualizar el registro de asistencia del día con las horas de ingreso y salida del aprendiz, el ultimo usuario se asigna a un administrador el cual además de poder realizar las acciones ya mencionadas puede cargar el registro del día a la nube con el fin de poder visualizarla con mayor detenimiento en cualquier momento y lugar. En la **figura 6** se aprecia el diagrama de flujo correspondiente a las acciones realizadas por el sistema basadas en las decisiones tomadas por el usuario, estas acciones se ejecutan mediante el código interno del sistema.

Figura 6.

Diagrama de flujo del sistema RFID



Nota: Elaboración propia

Figura 7.

Ventana principal de la HMI mejorada.

Nota: Elaboración propia

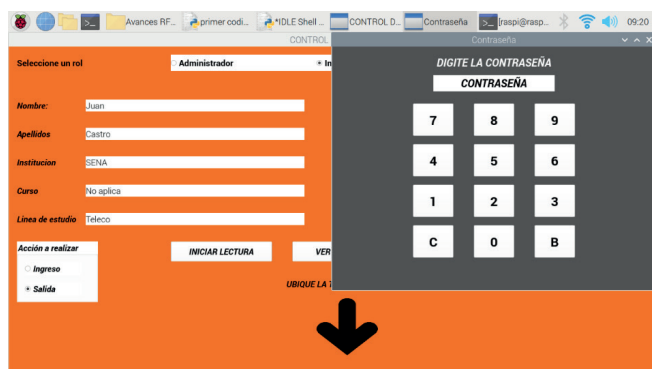
Como se observa en la **figura 7 y 8** uno de los principales cambios dados a la HMI está en el aspecto estético, esto con el fin de mantener la imagen institucional basándose en la guía de estilos de la institución en el año 2022, además en la parte inferior izquierda se aprecia un pequeño recuadro en donde se aprecian las opciones de

ingreso y salida, estas opciones fueron añadidas con el fin de llevar un registro más ordenado y eficiente ya que con el primer prototipo no era posible conocer de forma sencilla si el aprendiz realizaba su ingreso a la institución para recibir su formación o si por el contrario se encontraba saliendo de la misma luego de finalizar su jornada,

se afirma que de esta forma conocer si se realiza el ingreso o la salida es más sencillo debido a que estas opciones nos permiten separar los datos leídos en dos grandes grupos, uno donde

Figura 8.

Ventana de contraseña mejorada.

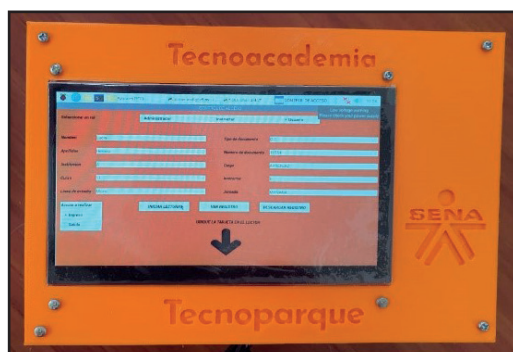


Nota: Elaboración propia

La ventana de la **figura 9** se ilustra el registro en función de si la casilla de ingreso o la de salida se encuentran seleccionadas, es decir, si al momento de seleccionar la opción de “VER REGISTRO” la casilla de ingreso está seleccionada se mostrará el registro correspondiente al ingreso de aprendices hasta ese momento, en caso de que se encuentre seleccionada la casilla de salida se mostrará el registro de salida de aprendices hasta el momento. La prueba final realizada después de tres pruebas anteriores fue ejecutada nuevamente con los aprendices de Tecnoacademia nodo Cúcuta, en la línea de electrónica y robótica en la formación de Robótica y electrónica, esta prueba se ejecutó con la base de datos proporcionada con anterioridad por el facilitador, como se muestran en las **figuras 10**.

Figura 10.

Ejecución y supervisión de la prueba beta 2.0 (a y b)



Nota: Elaboración propia

se almacenan todos los datos de ingreso a la institución por parte de los aprendices y otro donde se almacenan todos los datos de salida de aprendices de la institución.

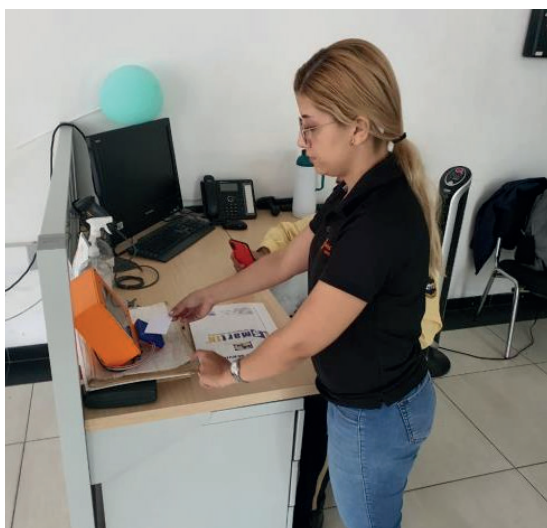
Figura 9.

Ventana de visualización de registro modificada

Nombre	Apellido	T. documento	N. documento	Cargo	L. estudio	Institución	Curso	Instructor	Jornada	Fecha de ingreso	Fecha de salida
1. Juan	Castro	C.C.		INSTRUCT.	Teleco	SENA	No aplica	No aplica	No aplica	05/08/22	09:19:49
2.											

Nota: Elaboración propia



Figura 11.**Implementación del sistema RFID en la zona entrada de las instalaciones****Nota: Elaboración propia**

En esta prueba beta 2.0 se detecta un nuevo fallo, gracias a esto se realiza una nueva prueba de escritorio pero con esta prueba no se encuentra ningún error a nivel de código, por ende se llega a la conclusión de que esta vez no está relacionado con el software del sistema, en su lugar se relaciona directamente con el hardware en específico con el lector debido a que en algunas ocasiones dependiendo de la forma en que se ubique la respectiva tarjeta en el lector puede presentarse un fallo de lectura por parte del lector, como recomendación para una futura mejora de este sistema es reemplazar la cobertura realizada al lector utilizado debido a que no quedo identificado la orientación correcta donde se debe colocar la tarjeta para obtener una lectura sin errores, debido a que este prototipo debe brindar un mayor grado de robustez al sistema y por ende logre mitigar en gran medida este problema. En la **figura 11** se aprecia el sistema ubicado en la zona seleccionada además de una prueba de funcionamiento llevada a cabo con ayuda del personal de seguridad y personal de Tecnoparque SENA.

Discusión y conclusiones

Una correcta selección de materiales es crucial al momento de llevar a cabo el desarrollo de un proyecto, ya que en esta se abordan las necesidades principales por cubrir para llevar a cabo el desarrollo de un proyecto, esto permite concluir que uno de los elementos más cruciales en el desarrollo de un proyecto es la selección de materiales, ya que en ella se debe tratar de cumplir en su mayoría los requerimientos necesarios para el correcto funcionamiento de un proyecto.

Se concluye que el sistema este compuesto por tres tipos de usuarios los cuales son aprendices o talentos, facilitadores, instructores o expertos y el administrador, cada perfil tiene permisos de seguridad diferentes, el primero y el segundo solo puede registrar la entrada y salida de las instalaciones, el tercero puede descargar el histórico de las personas que ingresen y salgan, cada histórico posee una contraseña diferente que solo es manejada por el perfil del administrador.

Para el prototipo fue sometido a dos pruebas en el entorno real en dos días de asistencia de la ficha de formación, en la primera prueba se detectaron algunos inconvenientes del sistema, los cuales provenían del código o software, los cuales fueron corregidos, en la segunda prueba el sistema funcionó normalmente, el único detalle a tener en cuenta es la posición de la tarjeta en el lector RFID, se debe tener en cuenta esta observación, debido a que puede causar una demora por usuario al momento de tomar la lectura y registrar el ingreso o salida, por lo cual puede causar colas en la entrada de las instalaciones. El prototipo se logró hasta el nivel TRL7 Validado en el entorno real el cual fue las instalaciones de electrónica y Robótica de Tecnoacademia nodo Cúcuta, con los aprendices inscritos en la ficha de robótica.

Para un óptimo funcionamiento del sistema se debe contar con una conexión a internet estable esto debido a que las funciones más importantes de este sistema requieren de una buena conexión a internet, asimismo, para evitar posibles daños en el dispositivo es necesario supervisar de

forma activa el momento de ingreso o salida de aprendices para así evitar que salten el registro o manipulen incorrectamente el sistema.

Finalmente, para realizar modificaciones de la base de datos se recomienda descargar la base de datos actual, realizar las modificaciones y volver a cargar la base de datos actualizada, esto en caso de que no se desee realizarla modificación desde el dispositivo.

Referencias Bibliográficas

Çetin, E. (2019). *Design, Simulation, And Fabrication Of Low-Cost Chipless Rfid Tags*. . Ankara, 117 Páginas. Trabajo De Grado (Maestría En Ciencias En Ingeniería Eléctrica Y Electrónica). : Universidad Técnica Del Medio Oriente.

Chlebana, S. (2020). *A Secure RFID Access Control System In Smart Home*. . Universidad Masaryk. Facultad De Informática. Brno 45 Páginas.

Cifuentes, E. (2018). *Prototipo De Un Sistema Automatizado De Riego Para Jardines*. . 80 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniero En Sistemas). Fundación Universitaria Los Libertadores. : Facultad De Ingeniería Y Ciencias Básicas.

Cortes, V., & Vargas, M. (2020). *Diseño E Implementación De Un Sistema De Riego Automatizado Y Monitoreo De Variables Ambientales Mediante IOT En Los Cultivos Urbanos De La Fundación Mujeres Empresarias Marie Poussepin*. Bogotá, 100 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniero Electrónico Y De Telecomunicaciones) : Universidad Católica De Colombia. Facultad De Ingeniería.

Escobar, C., & Farfán, K. (2018). *Diseño De Un Sistema De Riego Para La Implementación De Cultivos Automatizados En El Recinto*

Playa Seca Del Cantón El Triunfo. Guayaquil, 94 Páginas. Trabajo De Grado.

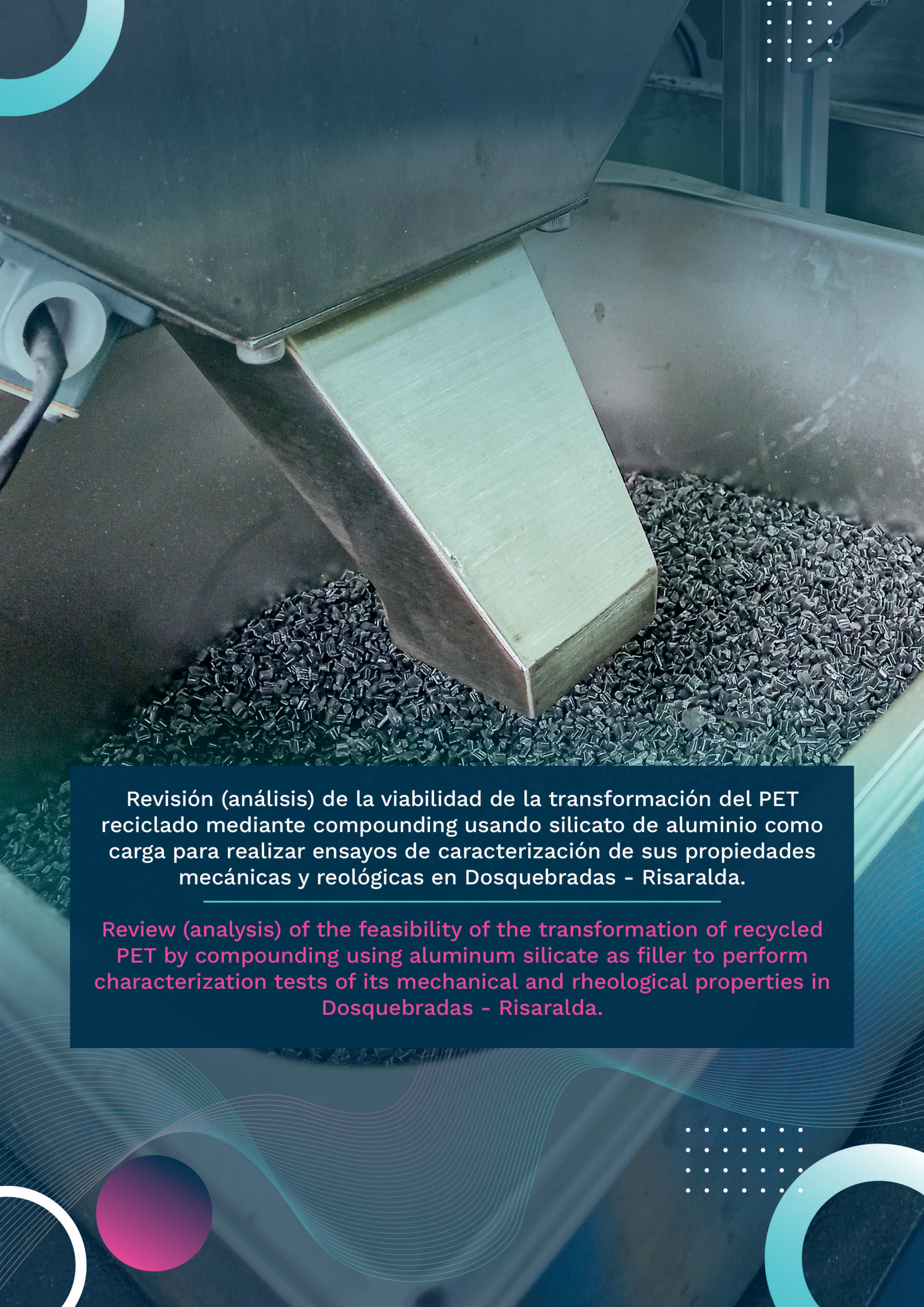
Londoño, A. (2019). *Diseño De Un Sistema De Riego En La Granja Tarapacá Ubicada En La Ciudad De Santiago De Cali*. Santiago De Cali, 71 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniería Mecánica): Universidad Autónoma De Occidente. Facultad De Ingeniería.

Moono, C. (2019). *Simukali. Multi Factor Authentication Access Control For Student And Staff Based On Rfid. Barcode And Gis*. Lusaka, 88 Páginas. Trabajo De Grado (Maestría En Ingeniería En Seguridad De Las Tic). : Universidad De Zambia.

Nidhi, S. (2017). *Triplicane Gayatri. Automatic Gate Authentication System For Rfid Tags And Thai Id Cards*. . Thailandia, 57 Páginas. Trabajo De Grado : Instituto Asiático De Tecnología.

Vilchez, H. (2020). *Diseño E Implementación De Un Sistema De Riego Por Goteo Automatizado Para Una Hectárea De Cultivo De Durazno. En El Distrito De La Isla - Asia, Cañete*. Lima, 110 Páginas. Trabajo De Grado (Ingeniero Mecatrónico).

Wang, Z. (2020). *Computer Vision-Assisted Battery-Free Rfid Systems For Object Recognition, Localization And Orientation*. Sídney, 117 Páginas. Trabajo De Grado (Doctorado): Universidad De Tecnología De Sídney, Facultad De Ingeniería Y Tecnologías.



Revisión (análisis) de la viabilidad de la transformación del PET reciclado mediante compounding usando silicato de aluminio como carga para realizar ensayos de caracterización de sus propiedades mecánicas y reológicas en Dosquebradas - Risaralda.

Review (analysis) of the feasibility of the transformation of recycled PET by compounding using aluminum silicate as filler to perform characterization tests of its mechanical and rheological properties in Dosquebradas - Risaralda.

Luis F. Rincón Amarillo.

Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional
Risaralda.

flrincona@sena.edu.co.

Gustavo A. Fernández Ordoñez.

Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional
Risaralda.

gfernandezo@sena.edu.co.

Rodolfo A. Ramírez.

Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional
Risaralda.

roaramirez@sena.edu.co.

Juan C. García Buitrago,

Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, Sena Regional
Risaralda.

jcgarcia@sena.edu.co.

Resumen

En la actualidad, la producción y consumo de plásticos, puntualmente los de un solo uso, ha constituido un problema mayormente ambiental debido a la enorme generación de residuos de este tipo y la limitada respuesta en los mecanismos de recolección, almacenamiento, transformación y gestión de los mismos, obligando esto a desarrollar diferentes procesos para lograr retornar la mayor cantidad posible de los residuos plásticos a una economía circular generando nueva materia prima para integrar en nuevos procesos de producción.

El propósito principal del presente artículo es el de realizar una revisión y presentación de los aspectos más relevantes que permiten definir una posible viabilidad para desarrollar estudios, investigaciones, procesos y posteriores ensayos y análisis de resultados, puntualmente en el proceso de transformación de residuos reciclados del termoplástico tereftalato de polietileno (RPET) empleado como matriz estructural polimérica con una adición de silicato de aluminio como carga mediante el proceso conocido como **compounding**.

En primer lugar, se presentan cifras a nivel global y regional de producción y generación de residuos plásticos como problema fundamental, luego se revisa la potencialidad en la gestión y recolección de residuos plásticos en el país y específicamente en las ciudades de Pereira y Dosquebradas

(Risaralda – Col.). Luego, se presentan las características fisicoquímicas y estructurales fundamentales del tereftalato de polietileno recuperado post consumo (RPET) y el silicato de aluminio, y la descripción completa del proceso de **compounding** y generación de composites de matriz polimérica y carga de nanoarcilla modificada y además, se realiza la revisión del estado y resultados de las pruebas y ensayos realizados en los últimos años en materiales compuestos de matriz polimérica y carga de nanoarcillas y su respectiva caracterización principalmente de sus propiedades mecánicas.

Por último, se presenta la materialización del proyecto que actualmente se encuentra en estado de ejecución adelantado en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial (CDITI) – SENA como proyecto de investigación del sistema de investigación SENNOVA, en el cual se desarrolla todo el proceso de recuperación y tratamiento mecánico del PET, mismo que es pelletizado como un material de matriz de PET con silicato de aluminio obtenido en el proceso de **compounding**, para posteriormente fabricar probetas para ensayos mecánicos y los resultados de estos serán analizados para caracterizar las propiedades reológicas y mecánicas del nuevo material compuesto o composite.

Abstract

At present, the production and consumption of plastics, specifically those of single use, has been a mostly environmental problem due to the enormous generation of waste of this type and the limited response in the mechanisms of collection, storage, transformation and management of the same, forcing this to develop different processes to return as much plastic waste as possible to a circular economy generating new raw material to integrate into new production processes.

The main purpose of this article is to carry out a review and presentation of the most relevant aspects that allow defining a possible viability

to develop studies, research, processes and subsequent tests and analysis of results, punctually in the process of transformation of recycled waste of thermoplastic polyethylene terephthalate (RPET) used as a polymeric structural matrix with an addition of aluminum silicate as a charge by the compounding process.

First, figures are presented at the global and regional level of production and generation of plastic waste as a fundamental problem, then the potential in the management and collection of plastic waste in the country and specifically in the cities of Pereira and Dosquebradas (Risaralda – Col.) is reviewed. Then, the fundamental physicochemical and structural characteristics of post-consumer recovered polyethylene terephthalate (RPET) and aluminum silicate are presented, and the complete description of the compounding process and generation of polymer matrix composites and modified nanoclay loading and in addition, the status and results of the tests and trials carried out in recent years on composite materials of polymer matrix and nanoclay load and their respective characterization mainly of their mechanical properties is reviewed.

Finally, the materialization of the project that is currently in the state of advanced execution in the Center for Industrial Design and Technological Innovation (CDITI) – SENA is presented as a research project of the SENNOVA research system, in which the entire process of recovery and mechanical treatment of PET is developed, it is pelletized as a PET matrix material with aluminum silicate obtained in the compounding process, to later manufacture specimens for mechanical tests and the results of these will be analyzed to characterize the rheological and mechanical properties of the new composite material.

Palabras clave: PET, plástico, silicato de aluminio, compounding, reciclaje, recuperación, residuos, tratamiento, compuesto, matriz.

Keywords: PET, plastic, aluminum silicate, compounding, recycling, recovery, waste, treatment, compound, matrix.

Introducción

Actualmente, la problemática que se presenta en la producción de plásticos de cualquier composición se hace cada vez más visible a tal punto de alterar un entorno urbano como el propio ecosistema, como por ejemplo, desde bolsas plásticas volando por las calles, pasando por fauna marina atrapada entre los residuos plásticos y ríos taponados por los mismos hasta llegar a la real contaminación por micro plásticos presente en mares profundos, montañas altas, suelos fértiles, reservas de agua, en general, en todos los confines de la Tierra (**Bell & Takada, 2021**) ha obligado a la humanidad a modernizar y refinar técnicas y mecanismos para la recolección, gestión, recuperación y reutilización de estos residuos plásticos para su reintegración en los procesos productivos.

En la etapa de recuperación de residuos plásticos se aplican varios procesos tanto químicos como mecánicos con el fin de lograr modificar sus propiedades, haciéndolos útiles para al fin reintegrarlos al ciclo económico, reutilizándolos o aprovechándolos como materia prima para la elaboración de nuevos productos (**Bolaños, 2019**), y entre los procesos mecánicos de recuperación se encuentra el de la mezcla binaria entre un polímero plástico que comúnmente se conoce como matriz y otro componente compatible con ella para lograr así su miscibilidad, cambiando las propiedades mecánicas y térmicas del polímero posibilitando la mejora en ella, dicho procedimiento se conoce como “compounding” de mezclas binarias (**Borrás Mas, 2021**).

El presente artículo de revisión pretende en primer lugar, presentar la problemática global actual de la generación y acumulación de residuos sólidos plásticos (entre ellos el PET) como un inconveniente ambiental necesario de mitigar mediante mecanismos de recolección y recuperación de los mismos, luego se muestran algunas estrategias de recolección, recuperación y tratamiento de dichos residuos plásticos

aplicadas y aterrizadas al contexto local (Colombia y Risaralda) mencionando a sus actores principales involucrados en estos procesos.

Ya identificada y descrita la dinámica de recolección y recuperación de plásticos presente en el contexto local, se ofrece un panorama general de la técnica y métodos desarrollados en el área del **compounding** de materiales compatibles y miscibles para luego revisar las características más relevantes del PET y el silicato de aluminio mostrando su similitud con la mayoría de los polímeros plásticos y silicatos minerales respectivamente, para luego, mostrar los ensayos y pruebas realizados en materiales producto del **compounding** binario de una matriz polimérica y un silicato mineral esto para sustentar la viabilidad del uso del silicato de aluminio como par binario en el **compounding** del PET como matriz polimérica propuesta en esta revisión.

Por último, se presenta un proyecto de iniciativa local (Dosquebradas – Risaralda) que actualmente se encuentra en la etapa de desarrollo de probetas producto del **compounding** entre silicato de aluminio y PET recuperado para sometimiento a ensayos mecánicos y térmicos para determinar las propiedades mecánicas y reológicas de la mezcla para su posterior comparación con probetas de material no compuesto.

La revisión descriptiva y sistemática presentada en este artículo, en su mayoría obedece a la aplicación dentro de un contexto local (Colombia y Latinoamérica), tomando en cuenta las fuentes de información técnicas y científicas como artículos científicos, tesis de ingenierías y maestrías, informes y manuales de organizaciones de investigación y documentos técnicos de ensayos y procedimientos, que presentan un panorama de los últimos 10 años acerca de la problemática en la gestión de residuos plásticos y la viabilidad de la aplicación del **compounding** entre PET y silicato de aluminio como método de tratamiento para su recuperación; a su vez, estas fuentes de

información presentan procedimientos, ensayos, análisis, pruebas y demás, que emplean técnicas, equipos, ambientes y tecnologías que son reproducibles y aplicables dentro del contexto colombiano.

Problemática De Producción Y Residuos Plásticos

En el mundo se consume una gran cantidad de plásticos para diferentes usos, entre ellos la fabricación de envases de un solo uso, puesto que es un polímero sintético, simple, extremadamente versátil con unas buenas propiedades para la industria que van desde resistencia a la corrosión, peso ligero, transparencia, flexibilidad y por supuesto, durabilidad (**Buteler, 2019**), constituyendo así una problemática de generación de residuos de este material.

Se estima que hasta la fecha se ha producido un aproximado de 8300 millones de toneladas métricas de plásticos vírgenes, producto de ello, por ejemplo, en el 2012 tan solo en Estados Unidos se produjeron 32 millones de toneladas de residuos plásticos y de este total, el 44% pertenece a contenedores y materiales de empaques, el 34% corresponde a empaques de alimentos duraderos y el 22% pertenecen a empaques de alimentos no duraderos como vasos y platos (**Sarria Villa, et al, 2016**).

Dentro de los procesos de producción y residuos generados existen diferentes tipos de plásticos como lo son los termoplásticos, termoestables, poliuretanos (PUR), elastómeros, polietileno de alta y baja densidad (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET), poliéster-poliamida y acrílicas (PP&A) entre muchas más (**Geyer, et al, 2017**).

La producción y uso del Tereftalato de Polietileno - PET para envases, es decir, recipientes de un solo uso tiene cifras preocupantes para el

medio ambiente. Desde 1950 cuando se empezó la producción de PET se han alcanzado 8,3 mil millones de toneladas de plásticos, como lo son el polietileno (PE), tereftalato de polietileno (PET) y cloruro de polivinilo (PVC) dentro de muchos tipos de plásticos existentes (**Geyer, et al, 2017; Greenpeace, 2021**), haciendo necesario el mayor porcentaje posible de reciclaje y recuperación de estos dentro de la conocida economía circular.

Puesto que el plástico tarda cientos o hasta miles de años en descomponerse, se ha llegado al problema de que la acumulación de dicho material se hace principalmente en centros urbanos, mares cerrados entre otros, pero también en ambientes naturales como en las costas y el lecho marino (**Barnes, et al, 2009**). A 2015 ya se habían alcanzado los 6300 millones de toneladas de residuos plásticos de los cuales alrededor del 9% fue reciclado, el 12% fue incinerado y el 79% fue acumulado en vertederos o en el medio natural (**Geyer, et al, 2017**).

Debido al casi nulo nivel de compatibilidad entre de los envases y recipientes plásticos y el medio ambiente, las únicas formas de eliminar completamente dichos residuos es un tratamiento térmico destructivo como la combustión o pirólisis, procesos que aun así conllevan a la contaminación del medio ambiente natural (**Geyer, et al, 2017**). Debido al gran inconveniente de contaminación generada en el proceso de desaparición total del plástico post consumo, la mejor apuesta es la recuperación de estos por medio de diferentes procesos que a su vez generen pocos o nulos residuos que impacten negativamente el medio ambiente.

Recolección Y Transformación De Plásticos En Colombia Y Risaralda

En Colombia en el año 2013, el 83% de los residuos domiciliarios se dispusieron en rellenos

sanitarios mientras que tan solo el 17% restante se recuperó por recicladores para la reincorporación al ciclo productivo (**Valderrama, et al, 2018**).

Al verificar la tendencia en Colombia se encuentra que desde el 2018 se presenta una recolección del 10% de residuos generados de la utilización de empaques y envases plásticos y así progresivamente hasta llegar a por lo menos un 30% de recuperación de estos en el 2030 (**Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2018**).

Al igual que en la mayoría del país, en la región de Risaralda actualmente se está realizando una gestión de recolección, almacenamiento y transformación de plásticos de un solo uso, en gran medida del PET para reducir el impacto en la generación de residuos de este tipo y aplazar su disposición final en vertederos y rellenos sanitarios.

Actualmente en Pereira, capital de Risaralda y Dosquebradas, capital industrial de la región, existen principalmente ocho empresas que se encuentran en la actividad de recolección y aprovechamiento de residuos (ASO.VERDE, FUNDAMBIENTA, EMAÚS PEREIRA, INFINITY RECYCLE, REDCICLADORES, VITAPLANET, ATESA DE OCCIDENTE Y EKAPLAS), que, junto con el trabajo de los recuperadores de estas dos ciudades y alrededores, realizan la recolección principal de dicho material. Según lo reportado por el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Pereira, en el 2019 se registraron 28730 usuarios colaboradores, quienes lograron una recolección total promedio mensual de 106,77 toneladas de residuos de los cuales 97,60 (91,4%) fueron efectivamente aprovechadas mientras que 9,16 toneladas (8,6%) son rechazadas por diversas razones; del total de residuos ingresados, el 22%, aproximadamente 23,5 toneladas corresponden a plásticos (**Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Pereira, 2019**).

Evaluando las dinámicas de recolección, reciclado y recuperación de residuos de la zona,

se evidencia que en las ciudades de Pereira y Dosquebradas se establecieron dinámicas y hábitos de recolección, separación y recuperación de residuos entre ellos el PET que contribuyen positivamente a la rentabilidad, costo beneficio y utilidad obtenido dentro de la economía circular correspondiente a la obtención del PET recuperado.

Pero si se habla de forma general, dentro del país, como se ha evidenciado, se han generado no solo hábitos y buenas prácticas en la gestión y separación de residuos sólidos por parte de la

ciudadanía en general y de colaboradores sino además de que el sector productivo invierte y produce cada vez más en tecnología y maquinaria para la transformación de los residuos recuperados como la variedad de plásticos de un solo uso, que, articulados con las alcaldías y empresas prestadoras del servicio de recolección, han logrado reducir los recursos como tiempos, costo energético y recursos financieros necesarios en toda la cadena de recuperación de materia prima como el PET para su respectiva reincorporación a la economía circular.

Como es de resaltar, la baraja de tecnologías especializadas en el tratamiento, adecuación y recuperación de residuos plásticos y de empresas proveedoras disponible actualmente en el país es muy amplia y diversa y constituye una gama de soluciones dentro de la cadena de obtención de recuperado de plásticos entre ellos el PET (*Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos, 2016 – 2017*).

La **tabla 1** muestra el directorio de empresas de reciclaje:

Tabla 1

Empresas en Colombia proveedoras de equipos y maquinaria para la recuperación de PET.

EMPRESA	TIPO DE MAQUINARIA									
	Embaladoras o compactadora	Lavadoras	Secadoras	Molinos	Granuladoras	Separadoras	Pulverizadoras	Extrusoras	Pelétrizadoras	Plantas de recuperación
BIMEK LTDA	*	*						*		
CORFLEX REPRESENTACIONES LTDA		*	*	*	*	*	*	*	*	*
FOMAG S.A.		*	*	*	*	*	*	*	*	*
IMOCOM S.A.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
INECO LTDA	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
INGA REPRESENTACIONES	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
INTEMAQ	*	*	*	*	*	*				*
MAPLAS CALI S.A.S.				*					*	*
MAQTEC LTDA									*	*
MILACRON		*	*							
NOBLE EQUIPMENT AND SERVICES		*	*	*	*			*	*	*
PET Y SOLO PET S.A.S.		*	*	*	*	*				*
SAM ANDINA S.A.S.	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
SKIPLAST	*	*	*	*	*	*			*	*
SUMAQ LTDA			*	*	*	*	*	*	*	*
TEXTILNETS S.A.S.				*	*	*	*	*	*	*

Nota. Adaptado de Acoplásticos. (2016 – 2017). Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos 2016 – 2017. Directorio de recopilación de actividad de investigación sobre la valorización de los residuos plásticos. 8. ISSN: 1692-0309

Procesos De Transformación De Plásticos Mediante Compounding

El principal inconveniente que surge en el proceso de recuperación de los plásticos y resinas poliméricas es que la gran mayoría de los monómeros que los componen tienen una base de etileno y propileno, derivados de los hidrocarburos y por consecuente ninguno biodegradable (*Barnes, et al, 2009*). Si, por ejemplo, se toma algún tipo de residuo plástico y se somete al proceso de pirólisis a una temperatura de alrededor de 500°C, se puede obtener hasta un 80% del peso del residuo procesado en aceite (derivado hidrocarburo, no biodegradable) que puede ser usado en aplicaciones de combustión (*Piña Hernández, et al, 2017*), pero ello conlleva a la generación de residuos combustibles que impactan negativamente en el medio ambiente.

Dicho esto, se hace necesario realizar una debida gestión y tratamientos de los residuos plásticos generados a partir de procesos de producción y consumo de estos, para obtener resinas recuperadas (con características físicas y químicas similares o iguales al material nuevo producido) a partir del proceso de reciclaje y recuperación alternativos al de la clásica pirólisis y combustión de los residuos plásticos, para su aprovechamiento e integración a una economía circular.

En los últimos 20 años se están desarrollando, en la comunidad científica y en la industria, nuevos materiales poliméricos, mezclas de varios polímeros, y materiales a veces reciclados; materiales compuestos reforzados con fibras naturales y minerales para obtener mejores propiedades a los tradicionales (**commodities**), para ser aplicados en industrias de la construcción, la aeronáutica, la automotriz, de electrodomésticos, entre otras (**Passatore, et al, 2016**). Pero puntualmente para el caso, debido a la gran demanda de los plásticos a nivel industrial y en lo que respecta la ingeniería de los materiales, dicha se ha encaminado a incorporarle elementos inorgánicos que los lleven a mejorar diversas propiedades tanto mecánicas como químicas sin perder sus bondades transformativas. En este proceso se ha logrado consolidar el uso de varios materiales como vidrios, talco, sílice y arcillas minerales principalmente, para mejorar la resistencia de las cadenas poliméricas que conforman la mayoría de los plásticos dando lugar a los llamados compuestos de matriz polimérica o "**composites**".

El término "**compounding**" se refiere a la adición de agentes químicos en una etapa del proceso de recuperación de un plástico logrando con esto mejorar algunas propiedades físicas y mecánicas del material recuperado para aumentar su valor comercial y su utilidad dentro de un nuevo ciclo productivo.

Esencialmente, con el proceso de **compounding** se busca obtener un compuesto

(**composite**) formado por dos fases (binaria), la primera llamada matriz que conforma la estructura fundamental de soporte da la partícula y la segunda denominada carga o relleno, que busca complementar los intersticios de la estructura molecular del material base reforzando la misma, lo que lleva a obtener un material con mejores prestaciones físicas y mecánicas que el mismo polímero por sí solo.

Uno de los intentos de incursión en los **composites** dados anteriormente fue el estudio y desarrollo de bloques ecológicos fabricados con mezcla entre polietileno reciclado y cemento, realizando pruebas, por ejemplo, variando la concentración de PET dentro del cemento al 5%, 10% y 15% y fabricando probetas que son sometidas a ensayos de compresión simple, erosión, absorción e impacto, determinando así que la mezcla con 15% de PET, aunque no es la más homogénea, es la mezcla más idónea para utilizar como material de construcción debido a su alta resistencia. (**Luis, et al, 2008**).

Un compuesto de madera y plástico, también llamada "madera plástica" o WPC, se refiere a una matriz de polímero reforzada con partículas de madera. La madera plástica es atractiva porque tiene una alta relación resistencia-peso, se integra fácilmente en las líneas de producción de plástico existentes y es un recurso renovable. Estos compuestos pueden ser más amigables con el medio ambiente si la matriz y los rellenos provienen de residuos de reciclaje, como el tereftalato de polietileno (PET) y la harina de madera -partículas finas de madera de las industrias de la madera- (**Pesante, 2020**).

Dado esto, aparecen estudios que se centralizan en el desarrollo de un material composite de madera plástica (WPC), en la cual se ha utilizado una matriz de polietileno cargado con residuos de madera como lo es el residuo de aserríos, el cual es reducido a polvo y mezclado junto con agentes exfoliadores y dispersores de la carga junto con el carbonato de calcio también empleado como relleno; los resultados obtenidos demuestran

que el aporte del carbonato de calcio a la mezcla aumenta el módulo de tensión y el esfuerzo de flexión para el compuesto con relleno de madera, pero como consecuencia se presenta una reducción en la resistencia al impacto. (**Kord, 2011**).

Los bioplásticos tienen una serie de limitaciones en cuanto a sus propiedades funcionales se refiere que son ampliamente conocidas por la comunidad científica y a la que se les viene dando solución en la última década, como, por ejemplo: mejora de propiedades mecánicas, estabilidad química, estabilidad térmica e incremento de propiedades barrera a gases (**García, 2021**), por esto y como ejemplo, también se ha desarrollado una WPC con un composite entre polietileno de alta densidad y base biológica (BioHDPE) como matriz polimérica y fibras orgánicas de cáñamo, lino y yute, sometiendo muestras moldeadas por inyección a ensayos de tracción en una máquina de ensayo universal ELIB 50 de S.A.E. Iberest arrojando como resultado buenas propiedades mecánicas, destacando la rigidez y dureza mejoradas respecto al BioHDPE puro (**Tejada, et al, 2021**).

Los diferentes ensayos referentes al uso de **composites** de matriz polimérica para la obtención de nuevos materiales llegan, por ejemplo, a la síntesis de un concreto polimérico con diferentes propiedades mecánicas a las que presenta el concreto convencional. Los ensayos se realizan a diferentes tipos de concretos poliméricos como lo son el concreto modificado con polímeros (CMP), polímero junto con cemento, concreto impregnado con polímeros (CIP), un monómero o polímero en la red de poros del concreto endurecido y concreto polimérico (CP) y con diferentes muestras a las cuales se les varía sus concentraciones en porcentaje de cemento (10% 50% y 100%) y variación en porcentaje vs. monómero corresponde a las sustancias oleofílicas, realizando las caracterizaciones de ensayos mecánicos mediante maquina universal, donde se obtuvo esfuerzo contra desplazamiento. Se aprecia que la variación de porcentajes de constituyentes produce un cambio de propiedades

en el concreto polimérico ya que muestran un comportamiento plástico o bien, pueden comportarse como un elastómero con diferentes usos potenciales (**Saavedra, et al, 2019**).

Otro caso, por ejemplo, surge del problema de la pequeña filtración de CO₂ y oxígeno en los recipientes PET presente en la industria de envase de cervezas y refrescos, por ello se optó en mejorar la permeabilidad de los envases usando películas de recubrimiento de otros materiales por plasma y deposición de vapor en el material plástico (**Hesam Ghasemi, et al, 2011**).

Los **“nanocomposites”** son materiales compuestos por dos o más componentes de los cuales al que se encuentra en mayor porcentaje se le denomina matriz y al de menor porcentaje carga, la cual debe estar en tamaño nanométrico, típicamente en el rango de 1-20nm (Barber, et al, 2005).

En términos de ingeniería de materiales, también se ha incursionado en la investigación y desarrollo de los nanocompuestos o **nanocomposites**. En este campo, la matriz de polímero contiene el relleno con partículas cuyo tamaño oscila entre 1 y 100 nm, y varía la concentración de la carga en el rango de 3 - 7% en peso. Los nanocompuestos presentan excelentes propiedades mecánicas y una mayor rigidez.

Las propiedades de los nanocompuestos dependen de la forma de las partículas, y entre ellas destacan las partículas esféricas (sílica, metal, y otras partículas orgánicas e inorgánicas), partículas fibrosas (nanofibras y nanotubos) y partículas laminares (carbono grafito, silicatos y aluminosilicatos laminados y otros materiales laminados), el grado de refinamiento, superficie y propiedades de adsorción de la carga, el tipo de la matriz de polímero y la modificación de condiciones de transformación, logrando obtener un sinnúmero de posibilidades de nuevos

materiales compuestos y constituyendo así un creciente interés en este tipo de sistemas (composites orgánico-inorgánico), esto debido al factor de que la ultra fina dispersión o nanodispersión de los rellenos, así como también de las interacciones locales entre el relleno y la matriz, conducen a un más alto nivel de propiedades fisicoquímicas y mecánica en comparación a sus equivalentes micro o macro **composites**, y aun así, con una disminución de la cantidad de relleno, sigue habiendo una mejora en sus comportamientos de retraso al fuego y estabilidad térmica, propiedades de barrera contra transmisión de gas y vapor, así como también de sus propiedades mecánicas principales (incremento en los módulos tensil y Young) (**Banda, 2013**).

Dadas las vastas posibilidades de manipulación de la estructura atómica de los composites, se puede llegar a que las principales mejoras en las propiedades mecánicas de nanocompuestos mejorados en relación con los polímeros sin mejorar son: resistencia a los procesos de envejecimiento, las excelentes propiedades de barrera, alta estabilidad térmica y alta resistencia al impacto.

También se nota que las propiedades mecánicas y el comportamiento a la fractura de una pieza de plástico inyectada, por ejemplo, cambian en función de dos factores principalmente: las propiedades del material y las condiciones de transformación establecidas. En el caso del polietileno como matriz cargada con minerales, sus propiedades mecánicas dependen de una serie de factores como lo son las propiedades intrínsecas de las dos fases, la concentración de las fases, la morfología de las partículas usadas en el **composite** y el nivel de interacción entre la carga y la matriz que condiciona el intercambio de esfuerzos entre las fases. La naturaleza fisicoquímica de la carga mineral tiene un papel importante en el momento en el que ciertas cargas actúan como agentes de

nucleación para el polipropileno. (**Jaramillo, et al, 2014**).

Las investigaciones en este campo para inicios de la última década permiten pensar que las bondades constitutivas de la interfaz ayudan a influir en gran medida en las propiedades del material compuesto. En comparación con los polímeros o compuestos poliméricos rellenos de micropartículas, los nanocompuestos poliméricos exhiben propiedades notablemente mejoradas, que incluyen módulo, resistencia, rendimiento de impacto y resistencia al calor a baja concentración de elementos inorgánicos (1 - 10% en peso). En este contexto, los nanocompuestos son mucho más livianos y más fácil de procesar; en general, las estrategias de fabricación de nanocompuestos poliméricos desarrolladas por los autores se dividen en tres categorías, las cuales son: (i) orientado a la dispersión, (ii) dispersión y relleno / matriz orientada a la interacción, y (iii) dispersión, relleno / relleno interacción y relleno / matriz orientada a la interacción. (**Zhang, et al, 2009**).

Seguido a esto, también se desarrollan **composites** de polímeros con aditivos y modificadores para hacer plásticos comercialmente útiles es un negocio que está cambiando constantemente debido a nuevos materiales, cambios de precios, maquinaria de procesamiento mejorada, cambiando las necesidades de los clientes, las leyes y preocupaciones ambientales, etc. Y para ello, una de las aplicaciones más comunes es el uso de aditivos para la conservación de algunas propiedades del material recuperado con respecto al material original, como lo son la estabilización contra la acción del calor, del oxígeno, de la luz, etc. (**Cortés, et al, 2017**).

Los aditivos abrillantadores ópticos o agentes blanqueadores fluorescentes, por ejemplo, funcionan absorbiendo la luz ultravioleta invisible y reemitiéndola como luz visible en la gama azul del espectro y son particularmente útiles para

enmascarar el color amarillento comúnmente observado en plásticos y fibras después de operaciones de procesamiento y recuperación a alta temperatura (Mayzo, 2017). Entonces el uso de este tipo de aditivo óptico puede ser aplicado por ejemplo para el caso de la recuperación de PET, puesto que, para reincorporarlo en el proceso de envases para productos alimenticios, el producto granulado intermedio (pellets) debe presentar un color blanco específicamente (Cornetero, 2019).

Los aditivos rellenos son sólidos que difieren de las matrices plásticas por su composición y estructura. Logran aumentar la masa molecular del composite resolviendo algunos problemas de procesamiento y reduciendo los costos (aumentando la conductividad térmica mejoran las tasas de producción) y junto con refuerzos activos producen mejoras específicas de ciertas propiedades mecánicas o físicas, incluyendo el módulo de Young, la resistencia a la tracción y al impacto, la estabilidad dimensional, la resistencia al calor y las propiedades eléctricas. Los rellenos y refuerzos adecuados más utilizados para una matriz polimérica termoplástica son: carbonato de cálcico natural y precipitado, talco, mica, sílice y silicatos, polvos metálicos, caolín, negro de carbón, trihidrato de aluminio, asfalto de madera, amianto, esferas de vidrio, fibras de vidrio, y así sucesivamente, junto con las fibras de carbón, el grafito, los bigotes, que también son utilizados (Vasile, et al, 2005).

Cada centro de investigación, instituto tecnológico y/o compañía desarrolla su propia formulación de aditivo para la adición de nanopartículas en la recuperación de diferentes plásticos incluido el PET, dicha formulación producto de constante proceso de investigación y desarrollo. Por ejemplo, el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística – ITENE (Valencia, España) se ha desarrollado una arcilla patentada como aditivo al PET consiguiendo reducción en los tiempos de procesado y a su vez un aumento en el rendimiento del proceso de modificación

dentro del **compounding (Canales sectoriales – Interempresas, 2021)**. Del anterior proceso se han logrado nuevos **nanocomposites** que han aplicado a la producción de nuevos envases obteniendo en los mismos un aumento de la resistencia mecánica al a compresión del 20%, reducción a la permeabilidad entre el 15 y 20% tanto al oxígeno como al vapor de agua a 23°C y hasta el 50% de humedad relativa (Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística, 2021).

Características Del Pet Y El Silicato De Aluminio

El tereftalato de polietileno más conocido en la industria y cadena de producción como PET, es un tipo de termoplástico derivado del hidrocarburo principal que es el petróleo y fue descubierto en 1941 por los científicos británicos Whinfield y Dickson, quienes lo patentaron como una fibra de uso textil en respuesta de la búsqueda de un sustituto del algodón, sin embargo en 1976 surgió la aplicación del PET como un envase rígido, aplicación que significó mayor mercado con el embotellado de bebidas (Paz, 2016). La lista de características y propiedades fisicoquímicas del PET es larga pero las más relevantes son las siguientes:

- Alta resistencia a la tensión, no se deforma y puede formar fibras y textiles fuertes y flexibles.
- Transparencia, admite colorantes y tiene brillo.
- Resistencia química la corrosión, no es afectado por ácidos y gases atmosféricos.
- Baja absorción de agua.
- Resistencia térmica al calor (80° - 120° C).
- Procesable para inyección, extrusión y soplado principalmente.
- Aprobado para contención de productos alimenticios.
- Apto para producir botellas, películas, láminas, entre otros.
- Liviano (1,36 g/cm³).

- 100% reciclable.

El PET es una resina de glicol etilénico y ácido tereftálico con unas características de termoplástico únicas como lo son: liviano e impermeable, resistente a esfuerzos permanentes y al desgaste, alta rigidez y dureza, alta resistencia al ataque químico, gran indeformabilidad al calor, estabilidad a la intemperie, actúa como barrera a los gases como el CO₂ y humedad como el O₂ (**Sánchez Sierra, et al, 2014**).

El PET virgen está considerado como uno de los más importantes polímeros de ingeniería en las últimas décadas debido a un rápido crecimiento en su uso. Es considerado como un excelente material para muchas aplicaciones y es ampliamente utilizado para elaboración de recipientes para líquidos (botellas) por tener excelente resistencia a la tracción y fuerza de impacto, resistencia química, claridad, procesabilidad, capacidad de color y una razonable estabilidad térmica -termoplástico- (Awaja, 2005).

Para el caso, el uso de materiales plásticos como lo es el PET ha significado un enorme avance tecnológico en diferentes campos de aplicación industrial debido a su alto desempeño y relativamente sencilla transformación, adaptabilidad de formas (extrusión y termoformado entre otros.) y buen sustituto de materiales pesados.

Entre las técnicas desarrolladas para la fabricación de envases de PET, son los procesos de moldeo por soplado los que mayormente se aplican en el proceso de producción de envases plásticos y entre ellos se consideran convencionalmente los siguientes métodos: moldeo por extrusión-soplado, moldeo por inyección-soplado y moldeo por estirado-soplado; esta es una tecnología altamente desarrollada para recipientes huecos tales como envases plásticos con espesor de pared uniforme, donde la forma exterior es de consideración importante. El proceso consiste en soplar una preforma o párison termoplástico caliente y hueco en el interior de

un molde soplado, que le confiere la forma de acuerdo con la cavidad del molde (**Durán, 2010**).

Volviendo a la problemática de la generación de residuos plásticos en especial los generados por envases de un solo uso, ya se han adoptado diversos mecanismos de gestión y transformación de los mismos y para el caso puntual, destaca que principalmente hay tres maneras de reciclar y aprovechar el PET post consumo, las cuales consisten en someterlo a un reciclaje mecánico, un reciclaje químico y un reciclaje energético (empleándolo como fuente energética) (**Tecnología de los plásticos, 2011**) los cuales se describen brevemente a continuación:

Reciclaje mecánico: Es el proceso más utilizado en la industria y consiste principalmente en la separación, limpieza y molido del PET a través de diferentes etapas y cuidadosos procesos para lograr la máxima homogenización del nuevo RPET utilizable para nuevos procesos de producción (**Tecnología de los plásticos, 2011; Reciclamás, 2019**).

Reciclaje químico: En este proceso se busca principalmente la separación química del polímero del PET en sus monómeros más simples y de esta manera simplificar los procesos de obtención de resina RPET semi virgen. Los principales procesos de reciclaje químico son: Pirólisis, hidrogenación, gasificación, chemólisis y metanólisis (**Tecnología de los plásticos, 2011; Reciclamás, 2019**).

Reciclaje energético: En este proceso se busca principalmente la separación de los hidrocarburos que constituyen el PET para su posterior combustión y uso en la generación de electricidad entre otros usos (**Tecnología de los plásticos, 2011; Reciclamás, 2019**).

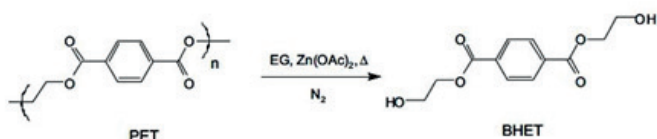
Por ejemplo, a nivel químico, se han realizado diversos estudios y pruebas donde se han desarrollado procesos para lograr modificar la separación de la molécula polímero del PET

a sus moléculas más simples, precisamente para obtener el monómero tereftalato de bis(2-hidroxietileno) o BHET, con alto grado de pureza al variar condiciones de reacción como el tiempo, relación EG (etilenglicol) – PET y porcentaje de catalizador usado (*Elgegren, et al, 2012*).

En la **figura 1** se esquematiza la despolimerización del PET por glicólisis con etilenglicol, donde se observa la degradación de la molécula de PET hacia la molécula BHET, obteniendo así monómeros más simples, para la obtención de nuevas resinas vírgenes RPET de modo que permitan ser integradas a nuevos ciclos productivos.

Figura 1

Despolimerización del PET por glicólisis con etilenglicol



Nota. Adaptado de “Reciclaje químico de desechos plásticos”, por M. Elgegren, G. J. Tiravanti, B. A. Ortiz, M. E. Otero, F. Wagner, D. A. Cerrón y J. Nakamatsu, 2012, Revista de la sociedad química del Perú, 78 (2).

En el sentido de transformación mecánica, con la adición de agentes de relleno para la matriz polimérica del PET, se busca modificar la estructura molecular del RPET adicionando nanopartículas que modifican sus características físicas y mecánicas además de hacerlo un material más rentable.

Anteriormente se ha realizado la modificación de láminas de PET mediante el método de fijación de dióxido de titanio modificado con óxido de cobre TiO₂/CuO para mejorar sus cualidades mecánicas de desgaste y amortiguación (*Quevedo Ramírez, 2019*). La formulación de nanopartículas y PET recuperado (RPET) resulta

más económico en comparación con el PET virgen y adicionalmente con dicha formulación se puede mantener o hasta mejorar las propiedades del RPET en comparación con el material virgen (*Estrada Moreno, et al, 2015*).

Tanto el proceso mecánico como el químico para la obtención de resina RPET para la integración al ciclo productivo, se ha determinado que algunas propiedades fisicoquímicas y mecánicas de la resina RPET con respecto a la resina PET virgen mejoran como se puede observar en la **tabla 2**.

Tabla 2

Comparación de características mecánicas entre el PET virgen y el PET reciclado

Propiedad	PET virgen	RPET
Módulo de Young [MPa]	1890	1630
Resistencia a la rotura [MPa]	47	24
Elongación a la rotura [%]	3,2	110
Resistencia al impacto [J/m]	12	20
IV [dl/g]	0,72 - 0,84	0,46 - 0,76
Temperatura de fusión [°C]	244 - 254	247 - 253
Peso molecular [g/mol]	81600	58400

Nota. Adaptado de “Proceso de reciclaje de PET”, por Tecnología de los Plásticos - blog, 2011, <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>.

Los mencionados anteriormente son tan solo algunos de los muchos desarrollos en la adición de nanopartículas de diferentes compuestos químicos en el proceso de obtención de RPET de alta calidad, entre ellos han sometidos a pruebas por ejemplo el carbonato de calcio (CaCO₃), la nanoarcilla (C10A) desarrollada por la compañía **Sothorn Clay**, dióxido de silicio (SiO₂), Piroxil PS200 de **Gassven** y óxido de Aluminio (Al₂O₃) Alu C de **Evonik** (*Estrada Moreno, et al, 2015*), logrando resultados positivos como disminución de la viscosidad del material sin aumentar su peso atómico.

De esta manera se puede llegar a dos resultados que son: degradación de RPET en sus moléculas más simples y disminución en la proporción de PET virgen en la obtención de nuevo RPET mediante adición de materiales relleno, esto para poder integrar la resina RPET en un nuevo ciclo productivo.

Los silicatos son el grupo de minerales de mayor abundancia en la corteza terrestres puesto que conforman el 75% de la misma y su composición principal es el silicio y el oxígeno, con fórmula general $[(\text{SiO}_3)_2]_n$ y que además pueden ir acompañados de otros elementos entre ellos principalmente el aluminio, hierro, magnesio y calcio. Las propiedades de los silicatos dependen más de la estructura cristalina en que se disponen sus átomos que de los elementos químicos que constituyen su fórmula, más concretamente, dependen de la forma en que se dispone y enlaza con los iones la unidad fundamental de los silicatos, el tetraedro de $(\text{SiO}_4)_4^-$ (Química.es, n.d.).

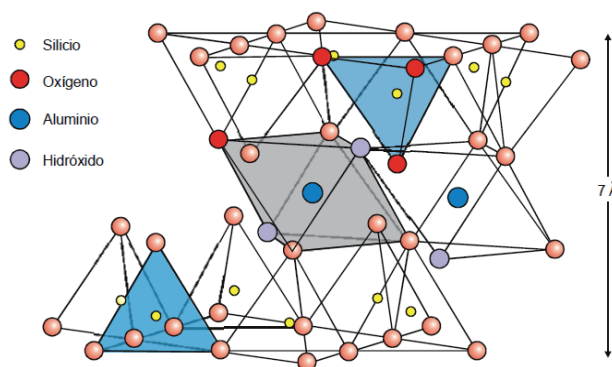
Dependiendo de la forma en que los tetraedros de su estructura atómica se unen, se distinguen diferentes subclases de silicatos entre ellos los filosilicatos que tienen tetraedros unidos por tres vértices a otros, formando una red plana que se extiende en un plano de dimensiones indefinidas. La forma de esta estructura dota a estos silicatos de hábito foliado (muy conveniente para el proceso de compounding) y los principales silicatos utilizados son las cloritas, micas, talcos, pirofilitas, serpentinatas y caolinitas.

El uso de las arcillas en la composición de nuevos materiales resulta viable puesto que son de fácil adquisición por que se encuentran en la naturaleza de forma abundante además de que la estructura atómica de la mayoría de ellas está conformada por aluminosilicatos, con una disposición laminar y en multicapa, las cuales se pueden acomodar de diferentes maneras como en el caso de la smectita por ejemplo, que tiene una relación sílice-alumina de 2:1 y la montmorillonita (MMT) que es la smectita más común. Su

estructura atómica se puede apreciar en la **figura 2**:

Figura 2

Estructura cristalina de la Montmorillonita (MMT)



Nota. Adaptado de “Investigación de la mejora de las propiedades mecánicas y térmicas de polipropileno con nanoarcillas para la fabricación de fibras”, de Pascual Bernabéu, J. J. (2015), Universitat Politècnica de Valencia. Alcoy - España.

Para que la MMT sea miscible con otro tipo de polímeros, es necesario reemplazar los iones alcalinos por surfactantes orgánicos catiónicos como el ion alquilamonio logrando así que la arcilla natural se convierte en organofílica lo cual se le conoce como organoarcilla o “nanoclay”, capaz de formar un **nanocomposite** interaccionando con una matriz orgánica (Pascual, 2015).

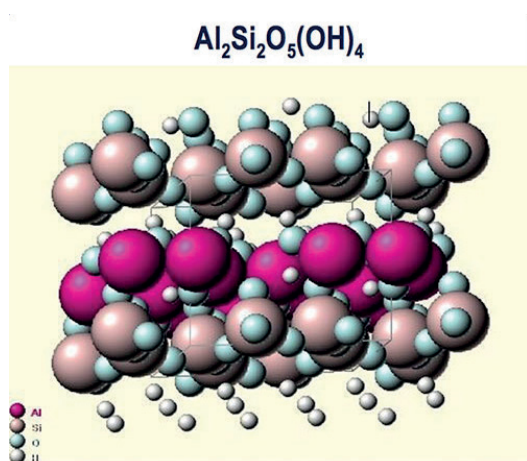
Según el método de obtención de un compuesto basado en silicatos pseudolaminares y su uso como carga para materiales poliméricos, patentado en 2012, la MMT se usa como insumo en éste proceso para como aditivo reológico por su capacidad para modificar el comportamiento reológico o de flujo de distintos sistemas líquidos cuando se añade en pequeñas concentraciones, además suele utilizarse como carga en polímeros para mejorar su resistencia mecánica, su resistencia térmica, aumentar la resistencia a la llama, o reducir la permeabilidad de gases (Santarén, et al, 2012).

El silicato de aluminio es una mezcla de aluminio, sílice y oxígeno que puede ser un mineral o estar combinada con agua para formar arcilla, y en específico, la mezcla de silicato de aluminio viene en tres formas diferentes: cianita, andalucita o sillimanita, todas con fórmula química Al_2SiO_5 , pero con estructuras cristalinas diferentes y

El silicato de aluminio, precisamente el hidratado natural es también conocido como el caolín tiene como fórmula química $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ y su principal presentación es en forma de roca natural con cierta concentración de mica, cuarzo y feldespato. En la **figura 3** se presenta un modelo molecular recreado en 3D de la estructura principal del silicato de aluminio o caolín:

Figura 3

Estructura molecular del silicato de aluminio o también llamado caolín



Nota. Adaptado de “Caolín calcinado/mica”, de Refil – Argentina, 2021, <https://www.refil.com.ar/productos-caolin-calcinado-mica.php>

Este silicato de aluminio es un tipo de mineral estratificado que se compone de una capa de dióxido de silicio tetraédrico unido a través de átomos de silicio a una lámina compuesta de óxido de aluminio octaédrico, es por ello la obtención de partículas laminares o planas después de sometido a procesos de molienda (**Refil – Argentina, 2021**). En un eventual proceso de calcinación del caolín, se produce una eliminación de radicales hidroxilos en forma de vapor de agua incrementando el área superficial de su estructura

cualquiera de ellas puede ser hidratada o tener moléculas de agua asociadas a la misma para formar la arcilla; caolín es el término para un grupo de minerales de arcilla con la fórmula química de $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$, en los cuales se forma una capa de dos cristales alternados, una de silicio-oxígeno y otra de alúmina siendo así la caolinita es el principal constituyente del caolín (**Mejía, 2018**).

laminar haciéndolo más reactivo químicamente hablando, y con dicho cambio, permite la eliminación de materiales iónicos tales como el ion-cloruro presente en la mayoría de los plásticos (**Refil – Argentina, 2021**).

Por ejemplo, el caolín como relleno en plásticos ayuda a obtener un acabado liso tipo película, reduce el agrietamiento, mejora la estabilidad térmica, contribuye a una alta fuerza de impacto y mejora la resistencia al ataque químico (propio de algunos líquidos a almacenar) y al desgaste (**Olvera, et al, 2014**).

Ensayos Y Resultados Obtenidos En Compuestos De Matriz Polimérica Y Silicatos

Actualmente ya se han establecido diferentes procedimientos estandarizados para la transformación, **compounding** y fabricación de probetas de prueba para los composites de matriz polimérica con carga de silicatos.

Para el caso de los plásticos termoestables, los principales ensayos mecánicos y reológicos que se realizan son: de tracción, que es la aplicación de esfuerzo en la misma dirección del eje longitudinal de la probeta en donde es posible extraer datos esfuerzo-deformación (se realiza bajo la norma UNE-EN ISO 527), de compresión,

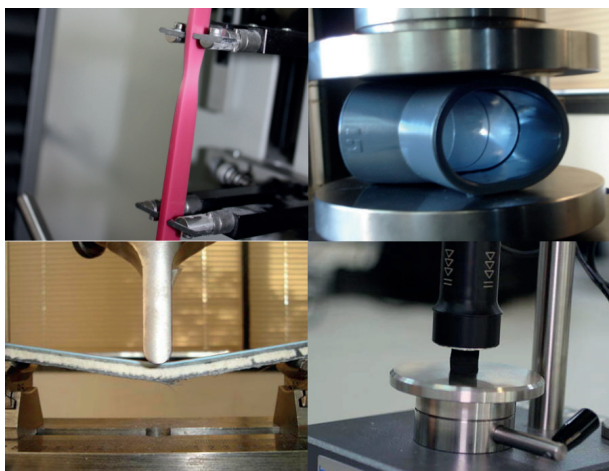
que describe el comportamiento de un material cuando está sometido a una carga de compresión a una velocidad uniforme (se realiza bajo la norma UNE-EN ISO 604), de flexión, que describe el comportamiento del material al soportar fuerzas aplicadas perpendicularmente a su eje longitudinal y en donde se obtienen datos de puntos máximo y de rotura, deformaciones y módulo elástico en función de la separación de los puntos de apoyo de la probeta y espesor de la misma (se realizan bajo las normas UNE-EN ISO 178 para materiales plásticos y la UNE-EN ISO 14125 para

materiales plásticos reforzados), de dureza, que es la resistencia que opone un material a ser rayado o penetrado y proporciona una medida previa a la fractura en función tanto de la rigidez del material como de su módulo de elasticidad (se determinan con las normas de ensayo UNE-EN ISO 868, UNE 53270 y la UNE-EN ISO 2039-1), de desgarro, coeficiente de fricción estático y dinámico, separación por pelado punción e impacto, todas ellos realizados en la máquina universal de ensayos o MUE (**Aimplas – Instituto Tecnológico del Plástico, n.d.**).

Los ensayos mecánicos que se aplican a los materiales de matriz polimérica se pueden apreciar en la siguiente **figura**:

Figura 4

Principales ensayos mecánicos realizados a materiales de matriz polimérica. Arriba izquierda: tracción, arriba derecha: compresión, abajo izquierda: flexión, abajo derecha: dureza.



Nota. Adaptado de “Ensayos de propiedades mecánicas en plásticos”, de Aimplas – Instituto Tecnológico del Plástico, Valencia, España. <https://www.aimplas.es/tipos-ensayos/propiedades-mecanicas-de-los-materiales-plasticos/>

Los principales ensayos realizados para determinar las características reológicas para un compuesto de matriz polimérica, principalmente son: índice de fluidez realizado con un medidor de índice de fluidez, viscosidad reducida / intrínseca de PA, PET, realizado con un viscosímetro capilar, viscosidad bajo cizalla de resinas,

pastas, dispersiones y fluidos, realizado con un viscosímetro Brookfield, viscosidad bajo cizalla y propiedades viscoelásticas de polímeros fundidos, pastas y otros fluidos con un reómetro rotacional, viscosidad bajo alta cizalla de polímeros fundidos con un reómetro capilar, fuerza de fundido (Melt Strenght) y ratio de estiramiento (Drawability), con un reómetro extensional y curva de fusión y tiempo hasta degradación con un reómetro de torque o Brabender (**Aimplas – Instituto Tecnológico del Plástico, n.d.**).

Uno de los procesos más comunes para matrices poliméricas de termoplásticos es el proceso de intercalado o mezclado en fundido y consiste en el mezclado físico de la nanopartícula con el polímero fundido. Para la obtención de los nanocompuestos se emplea una extrusora o mezclador interno, capaz de fundir el polímero y dispersar los nanorefuerzos mediante el efecto cizalla de las máquinas. Esta metodología es la empleada para dispersar los modificantes o aditivos tradicionales en el seno de matrices termoplásticas (**Herrero, 2018**).

Empezando con un estudio realizado por el Departamento de ingeniería química y del medio ambiente de la Universidad País Vasco en conjunto con la Escuela universitaria de ingeniería técnica industrial en el cual se han

preparado nano composites de PA6 (nylon) - arcilla organofilizada por el procedimiento de mezclado directo en fundido utilizando una extrusora de doble husillo co-rotatorio Haake y a modo de comparativa también se usó una extrusora mono husillo Standard Davies, en donde al final de procedimiento se han medido las propiedades mecánicas y se ha analizado la morfología de los **nanocomposites** comparándola con composites similares hechos por polimerización "in situ" obteniendo como resultado que las propiedades mecánicas de los **nanocomposites** así preparados mejoran considerablemente, excepto que se observa una disminución en la ductilidad, con respecto a los materiales composites convencionales obtenidos a partir de refuerzos del tipo fibra de vidrio. (**Valea, et al, 2007**).

Desde 2013 por ejemplo, en España se ha patentó diferentes procedimientos de preparación de compuestos polímero-arcilla orgánica y artículos derivados de los mismos, y uno de estos ensayos se realizó en muestras de compuesto de un polímero aleatorio (entre ellos el PET) y arcilla orgánica o "nanoarcilla modificada" que incluye caolinita, dickita, nacrita, halloysita, antigorita, crisotilo, pirofilita, montmorillonita, beidellita, nontronita, saponita, sauconita estevensita, hectorita, mica tetrasilílica, taeniolita sódica, moscovita, margarita, talco, vermiculita, flogopita, xantofilita, clorito, silicatos sintéticos y una combinación que comprende al menos una de las nanoarcillas anteriores, en forma de película moldeada con disolventes, de entre 0,1 y 1000 micrómetros de espesor y 23 mm de longitud por 5 mm de ancho.

Las muestras de ensayo se sometieron a un primer calentamiento desde 0°C a 250°C a un ritmo de calentamiento de 5°C/min y se determinaron los valores del coeficiente de expansión térmico (CET) bajo una fuerza de 0,05 Newtons desde la pendiente del cambio de longitud en el intervalo de temperatura de 30°C a 200°C, y además usando como aditivo nanopartículas de óxidos metálicos como el aluminio(acetilacetato)3 o (Al(acac)3) formando un polímero relleno de nanopartículas de Al2O3

con un CET reducido en más de un 15% en comparación con una muestra de control sin rellenar (**Chan, et al, 2013**).

También en Perú, se han realizado ensayos mecánicos de tracción e impacto según la norma ASTM D638-14 en composites con matriz termoestable de otros polímeros como lo son el Políácido Láctico (PLA) y el Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), (fundamentales para la fabricación de modelos en 3D) y una carga de nanoarcilla Nanomer® I.31PS proporcionadas por Sigma-Aldrich, el cual es una montmorillonita de superficie modificada con 15-35% en peso de octadecilamina y 0.5-5% en peso de aminopropiltietoxisilano y un tamaño típico de partículas aglomeradas en el rango de 15 a 20 µm, mediante la técnica de modelado por deposición fundida (FDM) y con muestras en forma de filamento y probetas de ensayo (**Molina, 2016**).

Luego, dicha caracterización de las propiedades mecánicas mencionadas se compara con las características de los polímeros sin carga obteniendo como principal resultado que de los ensayos de tracción realizados tanto en el ABS como en el PLA se presentan mejoras y desmejoras en las propiedades mecánicas de ambos composites con respecto a los materiales de matriz pura.

Se evidencia que para el caso del ABS se logró incrementar la resistencia a la tracción al introducir nanoarcillas en el ABS teniendo un mayor incremento de la resistencia a la tracción para un contenido de 2% de nanoarcillas, aumentando la resistencia a la tracción de 32,4 MPa para la matriz pura a 36,96 MPa, pero para éste mismo porcentaje de nanoarcilla el módulo elástico disminuyó respecto a la matriz pura (el mayor valor del módulo elástico se presentó a una concentración de arcilla de 1%).

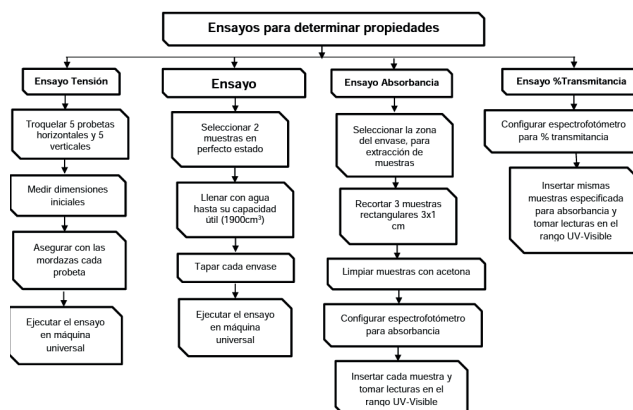
En el caso de las probetas impresas de PLA con nanoarcillas, muestran que tanto la resistencia a la tracción como el módulo de elasticidad disminuyen al introducir las nanoarcillas, llegando a disminuir la resistencia a la tracción de 55,46 MPa para la matriz pura a 51,63 MPa para el PLA con 2% en peso de nanoarcillas, misma concentración en donde se registra el menor valor del módulo elástico. Esta disminución de la resistencia a la tracción al introducir nanoarcillas en una matriz polimérica también ha sido reportada para el HDPE, donde también disminuye la resistencia a la flexión (Sepet, et al, 2015).

De los resultados de los ensayos de impacto, se tiene que la matriz de ABS pura llegó a tener una resistencia al impacto de 3,49 kJ/m² y al introducir una carga de nanoarcilla, la resistencia al impacto disminuye, teniendo el menor valor (1,76 kJ/m²) a una concentración de nanoarcillas de 2%, mientras que para el PLA se logra incrementar de 1,77kJ/m² (para la matriz pura) a 2,15kJ/m² para el PLA con 3% de concentración de nanoarcillas (Molina, 2016).

En la ciudad de Bogotá D.C. en la empresa de termoformados Colfoplast S.A., dedicada a la producción de envases de uso doméstico e industrial mediante el proceso de extrusión y soplado, se realizaron las pruebas diagnósticas de las propiedades mecánicas y ópticas de los envases de medio galón de polietileno de alta densidad (HDPE) primero sin ningún aditivo, y luego con envases fabricados con polietileno de alta densidad post-consumo (R-HDPE) y los aditivos MasterBatch 0905 brillador óptico y MasterBatch 0283 relleno especial transparente, usando probetas de ensayo del material sin aditivos y luego con probetas que contienen aditivos a diferentes porcentajes de concentración siguiendo la metodología de experimentación que se muestra en la siguiente figura 5.

Figura 5

Metodología de ensayos con probetas con y sin aditivos brillador y relleno



Nota. Adaptado de “Evaluación de aditivos en el proceso de extrusión-soplado de polietileno de alta densidad pos-consumo, en la empresa Colfoplas S. A.”, de Cortés Sabala C. y Ramírez Alfonso C. (2017). Fundación Universidad de Américas.

Allí se analizaron diferentes variables respuesta como lo son el módulo de elasticidad en el ensayo de resistencia a la tensión y compresión, esfuerzo máximo en ensayo de resistencia compresión, y promedios absorbancia y transmitancia, logrando para el caso evidenciar resultados como: el aditivo de relleno especial transparente aumentó el módulo de elasticidad en el polietileno translucido post-consumo, lo que se traduce en mejora de su rigidez para soportar cargas externas más elevadas además de aumentar el máximo esfuerzo que puede soportar por apilamiento antes de que se presente la falla permanente en el envase y se mitigar el efecto que proporciona el aditivo brillador óptico que genera opacidad en el polietileno al momento de aumentar la concentración; pero Este aditivo de relleno solamente genera el efecto deseado usándolo en concentraciones iguales o menores al 10% (Cortés Sabala, et al, 2017).

Implementación Del Compounding En Proyecto De Recuperación Dosquebradas - Risaralda

Desde inicios del año 2021, en el SENA – Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, de Dosquebradas en el departamento de Risaralda, Colombia se está ejecutando un proyecto de producción y tratamiento de pellets de RPET en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial (C.D.I.T.I.) – SENA desde el Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (SENNOVA) de nombre **“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES DE UN COMPUESTO DE PET RECUPERADO Y SILICATO DE ALUMINIO, PARA EL USO INDUSTRIAL COMO APOORTE A LA REUTILIZACIÓN DEL MATERIAL PLÁSTICO EN LA REGIONAL RISARALDA”**, en el cual ya se

encuentra en marcha la producción de escama y pellets (gránulo) de PET recuperado con los equipos y maquinaria adquiridos en el año 2021.

Este proyecto se genera en respuesta de la necesidad de emprender acciones que aumenten el porcentaje de reutilización del PET en sectores industriales de alto consumo de materiales innovadores como son la construcción, automotriz, electrodomésticos, entre otros; es así como se pretende producir un material compuesto de matriz polimérica PET recuperado cargado con silicato de aluminio que como ya se ha evidenciado es una muy buena opción para mejorar las propiedades mecánicas del compuesto y posteriormente establecer sus características reológicas y mecánicas que, comparadas con las de otros materiales plásticos de amplio uso en los procesos de transformación de piezas por inyección y extrusión, logre ser un sustituto de gran demanda.

Actualmente, dentro las fases del proyecto se han adquirido diferentes equipos para el tratamiento y transformación del PET recuperado, entre ellos se obtuvo un molino triturador de envase PET, una extrusora de grandes proporciones y otra extrusora de menores dimensiones para productos derivados de pruebas específicas de composición como se puede observar en la siguiente imagen:

Figura 6

Equipos para producción de pellets de PET, arriba extrusora 130 Se – II de WellTec, abajo izquierda extrusora INGEACOL, abajo derecha trituradora envase PET



Nota. Fuente propia.

En la primera fase del proyecto, se realizó un desarrollo en utilización de los equipos, el tratamiento de los envases PET post consumo en cuanto a selección, lavado y secado manual, luego se someten al primer tratamiento mecánico en la trituradora para obtener las típicas escamas u hojuelas RPET como se puede observar en la **figura 7**.

Figura 7

Escama de PET, diámetros no mayores a 5mm



Nota. Fuente propia.

Estas escamas tienen un tamaño no mayor a 5mm de diámetro, material que sirve como insumo para el siguiente proceso térmico que se realiza en la extrusora.

En la segunda fase del proyecto, la escama RPET obtenida de la fase previa se toma como insumo para las extrusoras de doble husillo co-rotante la cual mediante aumento de temperatura mezcla las hojuelas de PET y el silicato de aluminio bajo la acción de un aglomerante que favorezca la dispersión de la carga. Este composite se convierte en “tallarines” los cuales a su vez son cortados en trozos para la obtención de los pellets regulares (**figura**

Hasta este punto, se ha realizado un tratamiento mecánico convencional del PET posconsumo para convertirlo en nuevo RPET con diferentes concentraciones de matriz polimérica y silicato de aluminio, que varían en composición 65 – 35, 70 – 30, 75 – 25 y 80 - 20 i, con el objetivo principal (proyectado para la fase 3 del proyecto que se estima sea desarrollada en el año 2023) de caracterizar y determinar algunas propiedades físicas y mecánicas definidas de los compuestos descritos como lo son la dureza, resistencia a la tensión, tracción y torsión principalmente, al realizar la inyección de probetas según normas ASTM y variando algunos parámetros de las inyectoras como la temperatura de fusión, presión de llenado y tiempo de enfriamiento, probetas que se utilizarán, unas sometiénolas a un reómetro de torque que determinará el índice de fluidez y la temperatura óptima de fusión de la mezcla; y otras,

8), producto de este tratamiento mecánico convencional.

Figura 8

Pellets de RPET después de que pasan por las extrusoras.



Nota. Fuente propia.

Dichos pellets que tiene un diámetro de 2mm y un largo de 3mm como máximo ya son propiamente material composite de RPET y silicato de aluminio el cual puede ser usado en procesos de termoformado y soplado entre otros para la obtención de envases nuevos y así lograr la integración de dicho material en nuevos procesos productivos dentro de la economía circular.

usadas en una prensa universal para ensayo de tracción con lo que se establecerán los límites de elongación y rotura. Los resultados se compararán con los obtenidos para los materiales poliméricos vírgenes.

Discusión

Esta revisión permite evidenciar que en Latinoamérica y Colombia ya se realizan prácticas de recolección y recuperación de residuos plásticos mostrando que tanto el sector privado como el público realizan métodos de recolección, reciclaje y transformación de residuos plásticos para producir nuevas materias primas para su integración en un nuevo ciclo productivo.

También se tiene certeza de que se implementa varias técnicas de transformación y tratamiento mecánico de dichos residuos integrándolos con otros materiales según sea su fin de aplicabilidad (bloques constructivos, nuevas resinas, maderas plásticas, etc.), pero es el proceso de **compounding** binario de una matriz polimérica y una carga mineral de arcillas permite la transformación de las propiedades mecánicas del nuevo polímero recuperado a tal punto de mejorar algunas de ellas.

Además, al analizar las propiedades del silicato de aluminio, las del PET y las diferentes técnicas y métodos desarrollados para el **compounding** entre una matriz polimérica y un silicato, se hace viable el uso de dicha técnica de tratamiento mecánico en la recuperación del PET para nuevas resinas para su integración en un nuevo ciclo productivo, usando una carga mineral de silicato de aluminio y utilizando tecnología disponible en entorno productivo local, más precisamente en Risaralda (Col.).

Por último, se resalta el desarrollo del proyecto en desarrollo que se lleva en Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial del SENA en Dosquebradas – Risaralda que involucra el uso de tecnologías de extrusión del PET con silicato de aluminio para desarrollo de probetas de ensayo para caracterizar las propiedades mecánicas y reológicas del compuesto, como un prospecto

positivo de investigación e innovación en los procedimientos y nuevos materiales producidos mediante el **compounding** entre el PET reciclado y el silicato de aluminio.

Conclusiones

Los datos y números presentados en cuanto a la producción, uso y generación de residuos plásticos a nivel mundial hacen necesario la implementación de métodos, dinámicas y políticas de recolección, reciclaje y transformación de dichos residuos, ya sea de forma mecánica o química, pero que a su vez produzca menos desechos contaminantes que generen impactos negativos al medio ambiente y diferentes ecosistemas, es claro entonces que el método de **compounding** es uno de los procesos en donde se genera menos contaminantes que ocasionan un impacto negativo al medio ambiente.

Existen actualmente diversidad de aditivos y rellenos como lo es el silicato de aluminio, que actúan como carga de una matriz polimérica de las cuales su eficacia e idoneidad para su uso en la recuperación del polímero para su respectiva inclusión en el ciclo productivo dependen de varias variables a lo largo de la línea de transformación, por consiguiente es indispensable establecer protocolos y procedimientos a la hora de hacer la fabricación de las probetas de ensayo y las pruebas reológicas, de torsión y de compresión que aseguren que las condiciones de obtención del composite, concentración de matriz y carga y transformación del mismo sean siempre constantes para poder obtener resultados de propiedades mecánicas consistentes.

Las características estructurales del silicato de aluminio y del PET se asemejan a de forma

general a la mayoría de los polímeros plásticos y silicatos minerales respectivamente, haciéndolos dos compuestos altamente miscibles para poder realizar un **compounding** binario para obtener un compuesto con propiedades mecánicas y reológicas mejoradas para así poder integrar dicho compuesto a un nuevo ciclo productivo.

Los sistemas de polietileno – carga mineral han sido ampliamente estudiados. Inicialmente el objetivo era rebajar el costo del material dado que un plástico con alta fracción de carga mineral permite a la economía depender menos del petróleo; pero rápidamente se logró constatar que la fase mineral permitía igualmente aumentar la productividad, gracias a un aumento de la conductividad térmica del material, asegurar mayor estabilidad dimensional del material al limitar la contracción del polipropileno, lo que permite la reducción del espesor de las piezas. El uso de ciertos tipos de cargas minerales (hidróxidos de magnesio y aluminio) genera propiedades especiales no presentes en los materiales poliméricos como, por ejemplo, la resistencia al juego o la conductividad eléctrica.

La producción de un compuesto de matriz polimérica PET y carga inorgánica o mineral como es el caso del silicato de aluminio, requiere además de agentes dispersantes que distribuyan homogéneamente la carga. El proceso de recuperación del polímero parte con la separación, clasificación, triturado y lavado en donde es fundamental el trabajo organizado que las empresas de la región involucradas junto con la comunidad y colaboradores del sector vienen trabajando en la adecuada gestión de dichos residuos, para así obtener los tamaños adecuados y condiciones óptimas de la mezcla, y que tanto la carga como los dispersantes no encuentren resistencia a sus acciones. Un procedimiento de granulometría permite determinar el efecto previo de pulverización de la carga y definir los micro tamaños apropiados para la compactibilidad que se logra por medio de un proceso de extrusión.

Los hechos, avances, procedimientos establecidos, tecnología disponible y desarrollos actuales permiten evidenciar que es viable el uso de una matriz polimérica plástica como el PET recuperado y una carga aditiva como lo es el silicato de aluminio en el **compounding** binario para obtener una mezcla con nuevas propiedades mecánicas y reológicas que muestran una mejora aprovechable en un nuevo ciclo productivo.

Referencias Bibliográficas

- Bell, L. Takada, H. Bell, L. (2021). Los peligros de la gestión de residuos plásticos. Red Internacional de Eliminación de Contaminantes (IPEN). ISBN: 978-1-955400-12-1.*
- Bolaños, J. J. (2019). Reciclado de plástico PET. Trabajo de Grado Ingeniería Industrial. Universidad Católica San Pablo. Arequipa - Perú.*
- Borrás Mas, J. (2021). Mejora de la tenacidad y estabilidad termomecánica de ácido poliláctico mediante mezclado con plásticos técnicos de policarbonato. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/173852>.*
- Buteler, M. (2019). ¿Qué es la contaminación por plástico y como nos afecta?. Desde la Patagonia difundiendo saberes. Revista de divulgación científica interdisciplinaria. 16 (28). 56 – 60.*
- Sarria Villa, R. A. y Gallo Corredor, J. A. (2016). La gran problemática ambiental de los residuos plásticos: Microplásticos. Journal de Ciencia e Ingeniería.*

Revista de divulgación científica en ciencias e ingenierías. 8 (1). 21 – 27.

Geyer, R. Jambeck, J.R. y Law, L. K. (2017). *Production, use, and fate of all plastics ever made. Science Advances. Revista de acceso abierto en investigación interdisciplinaria. 3(7). <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1700782>*

Greenpeace. (2021). *Datos sobre la producción de plásticos. <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/consumismo/plasticos/datos-sobre-la-produccion-de-plasticos/>*

Barnes, D. K. A. Galgani, F. Thompson, R. C. y Barlaz, M. (2009). *Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Philosophical Transactions of The Royal Society B. Revista de investigación en ciencia de alta calidad. 364(1526). <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>*

Valderrama Ocoró, M. F. Chavarro Guzmán, L. E. Osorio Gómez, J. C. Peña Montoya, C. C. (2018). *Estudio dinámico del reciclaje de envases PET en el Valle del Cauca. Revista Lasallista de Investigación. Revista en investigación interdisciplinaria. 15(1). 67 – 74. DOI: 10.22507/rli.v15n1a6*

Resolución 1407. *Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones. Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. 26 de julio de 2018.*

Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Pereira. (2019). Cifras y Resultados 2019. <https://www.pgirspereira.com/residuos-en-cifras/>.

Acoplásticos. (2016 – 2017). *Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos 2016 – 2017. Directorio de recopilación de actividad de investigación sobre la valorización de los residuos plásticos. 8. ISSN: 1692-0309*

Piña Hernández, S. Riesco Ávila, J. M. Barrón Hernández, C. I. Vásquez Hernández, J. B. (2017). *Conversión termoquímica de residuos plásticos en hidrocarburos. Jóvenes en la ciencia. Revista de divulgación tecnológica. 3 (2). 2635 – 2639.*

Passatore, C. R. Leño, A. L. Rosa, D. S. (2016). *Preparación de Compuestos de Polipropileno con Altos Niveles de Fibra Corta de Bonote para uso en Productos por Inyección. Materiales Clave de Ingeniería. Revista de divulgación científica sobre materiales y tecnologías no convencionales. 668. 28 – 38. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/KEM.668.28>*

Luis, A. Rendón, N. Korody, M. E. (2008). *Diseños de mezcla de tereftalato de polietileno (PET) – cemento. Revista de la Facultad de Ingeniería Universidad Central de Venezuela. Revista de divulgación de resultados de investigación y desarrollo en áreas de Ingeniería y Ciencias Básicas. 23(1). 76 – 86. ISSN 0798-4065*

- Pesante Castro, P. A. (2020). *Caracterización de propiedades mecánicas de un material compuesto de harina de madera-PET mediante homogeneización computacional y pruebas experimentales. Trabajo Investigativo. Universidad de Chile. Curicó - Chile.*
- Kord, B. (2011). *Effect of Calcium Carbonate as a Mineral Filler on the Physical and Mechanical Properties of Wood Based Composites. World Applied Sciences Journal. Revista mundial de divulgación de ciencias aplicadas. 13. 129 – 132.*
- García Quiles, L. (2021). *Desarrollo e implementación de estrategias de mejora de las propiedades estéticas de biopolímeros. Tesis de la universidad. Universidad Zaragoza. ISSN 2254-7606.*
- Tejada, R. Terroba, E. Quiles-Carrillo, L. (2021). *Caracterización mecánica de compuestos plásticos de madera (WPC) ecológicos a partir de BioHDPE y fibras naturales cortas. VIII congreso I+D+i campus de Alicoy, Creando Sinergias. Universitat Politècnica de Valencia. Libro de Resúmenes. 69 – 72. ISBN: 978-84-121868-7-1.*
- Saavedra Arroyo, Q. E. Villanueva Raya, D.M. Bejár Barrientos, G. E. Muñoz Malpica, C.A. Cabal Velarde, J.G. (2019). *Caracterización de un tipo de concreto polimérico mediante ensayos mecánicos. Memorias del Congreso internacional de Metalurgia y Materiales. Tecnólogo Nacional de México. 371 – 372. ISSN: 2007-9540*
- Hesam Ghasemi, P. J. Kamal, M. R. Uribe Calderón, J. (2011). *Preparation and Characterization of PET/Clay Nanocomposites by Melt Compounding. Polymer Engineering & Science. Revista científica en el campo de la ciencia y tecnología de polímeros. 51 (6). 1178 – 1187. <https://doi.org/10.1002/pen.21874>*
- Barber, G. Calhoun, B. Moore, R. (2005). *Poly(ethylene terephthalate) ionomer based clay nanocomposites produced via melt extrusion. Polymer. 46. 6706–6714.*
- Banda Cruz, E. E. (2013). *Preparación de Nanocompositor de PET reciclado y Closite 10A mediante extrusión y mezclado. Tesis de grado en Doctorado. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. México.*
- Jaramillo, L. Posada, J. C. García L. (2014). *Evaluación de compuestos de polietileno con cargas de CaCO₃ y SiO₂. Revista Colombiana de Materiales. Revista de divulgación de artículos cortos sobre ingeniería de materiales. 5. 228 – 234.*
- Zhang, M. Q. Rong, M. Z. Ruan, W. H. (2009). *Nanoparticles/Polymer Composites: Fabrication and Mechanical Properties. Nano- and Micro -Mechanics of PolymerBlends and Composites. Libro de ciencia de materiales. (págs. 91-140). <https://doi.org/10.3139/9783446430129.003>*
- Cortés Sabala, C. G. Ramírez Alfonso, C. A. (2017). *Evaluación de aditivos en el proceso de extrusión-soplado de polietileno de alta densidad pos-consumo, en la empresa Colfoplas S. A. Proyecto de grado ingeniería química. Fundación Universidad de Américas.*

Mayzo. (2017). *Optical Brighteners. Chemical laboratory and production operation for customized packaging and value-added materials processing.* Suwanee, Georgia, USA. <http://www.mayzo.com/optical-brighteners.html>

Cornetero Piscocoya, C. E. (2019). *Estudio de Mercado para la Producción de Resina rPet Grado Alimenticio en la Región Lambayeque.* Trabajo de investigación. Universidad Tecnológica del Perú.

Vasile, C. Pascu, M. (2005). *Practical Guide to Polyethylene. Practical guide begins with general background to the polyethylene family.* Rapra Technology Limited. 93. ISBN: 1-85957-493-9

Canales sectoriales – Interempresas. (2021). *Mejorar las propiedades de poliolefinas recicladas y PET virgen para su aplicación en pallets, envases para mercancías peligrosas y botellas.* <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/355493-Mejorar-propiedades-poliolefinas-recicladas-PET-virgen-aplicacion-pallets-envases.html>

Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística Valencia – España. (2021). *Mejora de propiedades en poliolefinas recicladas y PET mediante el uso de refuerzos funcionalizados.* <https://www.itene.com/proyectos-de-difusion-abierta/i/15608/56/refuplas>

Paz, M. (2016). *Proyecto integrador: Reciclado de PET a partir de botellas post consumo.* Universidad Nacional de Córdoba.

Sánchez Sierra, M. A. Paredes Quiroga, P. A. (2014). *Estudio de viabilidad técnica de la implementación del polietileno tereftalato como material para la estabilización de taludes.* Trabajo de investigación. Universidad Católica de Colombia.

Awaja, F. Pavel, D. (2005). *Reciclyng of PET.* European Polymer Journal. Revista de publicaciones científicas en el área de sustancias macromoleculares. 41(7). 1453 – 1477. DOI: 10.1016/j.eurpolymj.2005.02.005

Durán Duarte, J. A. (2010). *Nuevos desarrollos en la modificación y procesamiento del PET con aplicación en envase.* Caso de estudio. Centro de Investigación en Química Aplicada. Coahuila México.

Tecnología de los Plásticos. (30 de mayo de 2011). *Proceso de reciclaje del PET.* <https://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2011/05/proceso-de-reciclaje-del-pet.html>

Reciclamás – España. (23 de julio de 2019). *¿Cómo Se Recicla El PET? Nuevas Vías En Experimentación.* <https://reciclamas.eu/blog/como-se-recicla-el-pet-nuevas-vias-en-experimentacion/>

Elgegren, M. Tiravanti, G. J. Ortíz, B. A. Otero, M. E. Wagner, F. Cerrón, D. A. Nakamatsu, J. (2012). *Reciclaje químico de desechos plásticos.* Revista de la sociedad química del Perú. Publicación de trabajos de carácter científico y tecnológico en el campo de las ciencias químicas. 78 (2). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2012000200005

Quevedo Ramírez, E. E. (2019). *Evaluación del método de fijación de dióxido de titanio modificado con óxido de cobre (TiO₂/CuO) sobre PET para la remoción de azul de metileno. Proyecto integral de grado. Fundación Universidad América.*

Estrada Moreno, I. A. Mendoza Duarte, M. E. López Martínez E. I. Penott Chang, E. K. Vega Ríos, A. Flores Gallardo, S. G. (2015). *Compuestos de PET reciclado/nanopartículas. Memorias Congreso Internacional de Investigación Científica Multidisciplinaria. Revista publicación de memorias en investigación interdisciplinaria. 1(1). 151 – 158.*

Química.es. (n. d.). *Silicato. Portal líder del sector químico y sus proveedores en Sudamérica, México y España.* <https://www.quimica.es/enciclopedia/Silicato.html>

Pascual Bernabéu, J. J. (2015). *Investigación de la mejora de las propiedades mecánicas y térmicas de polipropileno con nanoarcillas para la fabricación de fibras. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Valencia. Alcoy - España.*

Santarén Romé, J. Aguilar Díez, E. Esteban Cubillo, A. Álvarez Berenguer, A. Benito Cano, E. García García, N. Guzmán Perote, J. Tiemblo Magro, P. (2012). *Método de obtención de un compuesto basado en silicatos pseudolaminares y su uso como carga para materiales poliméricos. Patente. Organización mundial de la Propiedad Intelectual. Número de publicación internacional: WO2012/104460-A1.*

Mejía, N. (2018). *Silicato de Aluminio. Artículo científico. Asociación Latinoamericana de Suscriptores Marítimos – ALSUM.* <https://alsum.co/handbook/silicato-de-aluminio/>.

Refil – Argentina. (2021). *Caolín calcinado/ Mica.* <https://www.refil.com.ar/productos-caolin-calcinado-mica.php>

Olvera Venegas, P. R. Hernández Cruz, L. E. (2014). *El caolín y sus aplicaciones industriales. PÄDI. Boletín científico de ciencias básicas e ingenierías. 1 (2).*

Aimplas – Instituto Tecnológico del Plástico. (n.d.) *Ensayos de propiedades mecánicas en plásticos. Valencia, España.* <https://www.aimplas.es/tipos-ensayos/propiedades-mecanicas-de-los-materiales-plasticos/>

Herrero Villar, M. (2018). *Desarrollo de nanocompuestos de poliamida/sepiolita para aplicaciones industriales. Tesis doctoral en Ingeniería Industrial. Universidad de Valladolid. España.*

Valea, A. Miguez, J. C. Mondragón, I. González, M. L. (2007). *Preparación de nanocomposites de poliamida. Anales de la Mecánica de Fractura. Revista de divulgación tecnológica. 1, 359 – 363.*

Chan, K. P. Odle, R. R. Hall, D. V. Maxam, J. L. Stella, A. S. Genovese, S. E. Mullen, T. J. White, J. M. Hagberg, E. (2013). *Procedimientos de preparación de compuestos polímero-arcilla orgánica y artículos derivados de los mismos. Patente.*

Oficina española de patentes y marcas.
Número de publicación 2 432 760.

Molina Saqui, A. R. (2016). Desarrollo de materiales compuestos de matriz termoplástica reforzados con nanopartículas utilizando la técnica de modelado por deposición fundida empleada en manufactura aditiva. Tesis de grado Magister en Ingeniería y Ciencia de los Materiales. Lima, Perú.

Sepet, H. Tarkcioglu, N. Misra, R. (2015). Investigation of mechanical, thermal and Surface properties of nanoclay/HDPE nanocomposites produced industrially by melt mixing approach. Journal of Composite Materials. 50. 3105-3116. <https://doi.org/10.1177/0021998315615653>

Plastics Technology México. (1 de septiembre de 2021). Problemas decisivos en reciclaje de PET: Degradación. <https://www.pt-mexico.com/articulos/problemas-decisivos-en-reciclado-de-pet-degradacion>

A group of five students, three men and two women, are gathered around a table in a laboratory or classroom setting. They are all looking intently at a tablet computer held by one of the students. The students are wearing light-colored shirts, some with a logo. In the background, there are computer monitors, cables, and other lab equipment. The image has a blue and white color scheme with decorative circular and wavy line patterns at the bottom.

Pensamiento Social en un Grupo de Estudiantes de
Electricidad Industrial del Sena Dosquebradas (Un Estudio
de Caso).

Social Thinking In A Group Of Industrial Electricity Students
Of Sena Dosquebradas (A Case Study).

Jeffry López Criollo.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Regional
Risaralda.
jeffry.lopez@utp.edu.co.

Claudia Lorena García Osorio.
Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia.
garcia.claudia@utp.edu.co

Proyecto realizado con el acompañamiento metodológico de la Maestría en Educación en modalidad virtual de la Universidad Tecnológica de Pereira y con el apoyo del Centro de Diseño e Innovación tecnológica Industrial del SENA en Risaralda en relación con el acceso a los estudiantes y los espacios y tiempos requeridos con ellos. Para su desarrollo no se contó con ningún tipo de financiamiento asumiendo los investigadores la consecución de los recursos que se hicieron necesarios para el mismo. Año 2019.

Resumen

El trabajo investigativo que se describe en el presente artículo se desarrolló con el objetivo de comprender el desarrollo del pensamiento social en un grupo de 17 estudiantes de la tecnología en electricidad industrial del SENA en el municipio de Dosquebradas (Risaralda) a través de la aplicación de una unidad didáctica sobre mecanismos de participación ciudadana. La aplicación de dicha unidad permitió a los investigadores obtener datos empíricos procedentes de su experiencia en el aula utilizando diferentes técnicas de recolección de información como el vídeo, la observación participante y el diario de campo. La investigación con enfoque cualitativo tuvo un diseño de estudio de caso dirigida a una población de estudiantes entre los 18 y 34 años al interior de un grupo conformado por 16 hombres y una mujer. Los datos obtenidos fueron transcritos para ser analizados, interpretados y codificados en tres momentos (codificación abierta, axial y selectiva) dando como resultado que de las 5 habilidades cognitivo-lingüísticas incluidas en el estudio a manera de categorías investigativas, la única que emergió en el grupo de estudiantes a lo largo de los diferentes encuentros fue la descripción. De la

misma forma no se encontró evidencia del manejo de los elementos constitutivos de la complejidad social. Estos hallazgos llevan a la conclusión central de un bajo desarrollo de pensamiento social en el grupo participante como posible consecuencia de un proceso formativo previo que no cumplió con los objetivos propuestos para la enseñanza de las ciencias sociales. Todo esto plantea un importante cuestionamiento sobre la necesidad de comprender el grado de cumplimiento de dichos objetivos en Colombia en cuanto formar ciudadanos conscientes y críticos de su realidad social, convocados hoy más que nunca a implementar los cambios que se requieren en la edificación duradera de un país más justo y participativo.

Palabras claves: *Habilidades cognitivo-lingüísticas, Pensamiento social, educación universitaria/técnica, investigación cualitativa, complejidad social.*

Abstract

The investigative work described in this article was developed with the aim of understanding the development of social thought in a group of 17 students of industrial electricity technology from SENA in the municipality of Dosquebradas (Risaralda) through the application of a didactic unit on citizen participation mechanisms. The application of this unit allowed the researchers to obtain empirical data from their experience in the classroom using different data collection techniques such as video, participant observation, and field journals. The research with a qualitative approach had a case study design aimed at a population of students between the ages of 18 and 34 within a group made up of 16 men and one woman. The data obtained were transcribed to be analyzed, interpreted and coded in three moments (open, axial and selective coding) resulting in that of the 5 cognitive-linguistic skills included in the study as investigative categories, the only one that emerged in the study group of students throughout the different meetings was the description. In the same way, no evidence of the management of the

constitutive elements of social complexity was found. These findings lead to the central conclusion of a low development of social thinking in the participating group as a possible consequence of a previous formative process that did not meet the objectives proposed for the teaching of social sciences. All this raises an important question about the need to understand the degree of fulfillment of these objectives in Colombia in terms of training citizens who are aware and critical of their social reality, called today more than ever to implement the changes that are required in the lasting construction of a fairer and more participatory country.

Keywords: *Cognitive-linguistic skills, Social thinking, college/technical education, qualitative research, social complexity.*

Introducción

Para lograr el objetivo de comprender el desarrollo del pensamiento social en un grupo de 17 estudiantes de la tecnología en electricidad industrial del SENA en el municipio de Dosquebradas (Risaralda) a través de la aplicación de una unidad didáctica sobre mecanismos de participación ciudadana, se inició con la revisión de la información disponible en materia de pensamiento social lo cual necesariamente vinculó al equipo investigador con el tema de la enseñanza de las ciencias sociales. Esto puso en evidencia que desde la norma “marco” de la educación en Colombia (ley 115 de 1994, 1994)), se establecen de manera tácita finalidades para el sistema educativo entre las que se destaca: “La formación para facilitar la participación de todos en las decisiones que los afectan en la vida económica, política, administrativa y cultural de la Nación” según el numeral 3 de su artículo 5. A su vez, el numeral 9 del mismo artículo establece como otro fin: “El desarrollo de la capacidad crítica, reflexiva y analítica que fortalezca el avance científico y tecnológico nacional...”. Cuando un país ha promulgado los fines que debe perseguir su educación como parte de una ley de aplicación

general, es de esperarse que estos se constituyan en el referente hacia el cual se dirijan todos los esfuerzos y las acciones de la totalidad de los actores en su sistema educativo.

Lo anterior hace aparecer en la investigación uno de los problemas a abordar ya que por ser las leyes de estricto cumplimiento, es de esperarse que en Colombia haya un interés que promueva indicadores, estudios o por lo menos discusiones acerca del cumplimiento de los mencionados fines, bien desde los mismos entes oficiales o bien desde los diversos ejercicios investigativos activamente presentes en un ecosistema académico con nutrida presencia de facultades de educación con oferta de programas a nivel de pregrados, especializaciones, maestrías y doctorados. No obstante lo anterior, en la revisión hecha a la literatura vigente sobre el tema, lo que se pudo evidenciar es que si bien hay numerosos ejercicios investigativos relacionados con el desarrollo del pensamiento social en estudiantes de primaria y bachillerato, son escasas las investigaciones interesadas en establecer el nivel de desarrollo del pensamiento social en egresados de la educación media, es decir, en aquellos que ostentan el título de bachiller y en quienes el sistema educativo ha “influido” en promedio durante 11 años desarrollando diversas áreas del conocimiento entre las que se destaca la de ciencias sociales.

Siendo los jóvenes egresados de las aulas los que ocuparán las diferentes instancias sociales con la responsabilidad de generar condiciones apropiadas para el desarrollo humano, la participación y la sana convivencia que posibiliten una paz sostenible y duradera es de vital importancia que egresen de su proceso formativo dotados con un apropiado nivel de pensamiento social. Esto de acuerdo con el postulado de Pipkin (2009) quien determina que el pensamiento social:

“Posibilita a los estudiantes la comprensión de diversos hechos y fenómenos sociales desde

sus múltiples aristas y el compromiso con las problemáticas sociales que caracterizan la sociedad en la que viven, paso indispensable en su formación como ciudadanos críticos y participativos” (Pág. 9).

De acuerdo con la misma autora, el pensamiento social debería resultar de la enseñanza de las ciencias sociales que, en Colombia, hacen parte del contenido curricular desde la primaria hasta la educación media.

Teniendo presente otro planteamiento de Pipkin (2009):

Un propósito clave de la enseñanza de las ciencias sociales es la formación del pensamiento social que le permita al alumnado concebir la realidad como una síntesis compleja y problemática, contextualizando la información que recibe en sus múltiples dimensiones y comprendiendo su propia inserción en dicha realidad desde una perspectiva crítica y participativa (pág. 18). (Pipkin et al., 2009)

Con esta misma idea, Pagés (2011) pone en evidencia que la manera como se vienen enseñando las disciplinas sociales, por medio de prácticas netamente transmisivas y repetitivas, ha generado que, una tras otra, las nuevas generaciones de estudiantes no hayan desarrollado un pensamiento que les dé la posibilidad de comprender su entorno y mucho menos comprender los orígenes del contexto en el que viven. (Santisteban Fernandez & Page Blanch, 2011) En consecuencia, los jóvenes no cuentan con las capacidades para integrarse y participar de manera consciente de los cambios que se requieren para mejorar su sociedad. Pipkin (2009) concluye que el desafío que debe asumir la enseñanza de las ciencias sociales es “la formación de un pensamiento social que permita analizar, comprender e intervenir en la realidad” (Pág. 18). Resalta la autora que, si bien en la actualidad los alumnos gozan de acceso a una cantidad ilimitada de información en tiempo casi real, esto

no los convierte en personas más capaces de comprender los problemas sociales. Más bien los convierte en seres sobresaturados de datos que les resultan ajenos y poco significativos o aplicables a los problemas de su contexto social. (Pipkin et al., 2009)

En el documento “La Construcción Histórica de las Ciencias Sociales y sus Implicaciones Educativas” contenido en los lineamientos curriculares en ciencias sociales promulgados por el Ministerio de Educación de Colombia (José & Mera, 2004), afirma que al hacer un recuento histórico a través de los objetivos asignados a la enseñanza de las ciencias sociales es posible ver que los mismos han obedecido a propósitos como: La identidad nacional, Formar en valores patrios, Enseñanza de la historia patria, Adquirir habilidades, valores y destrezas para llegar a ser trabajadores capaces y competentes, La formación de un hombre consciente que conozca la realidad o el conocimiento de la realidad nacional e internacional para la transformación de los problemas sociales. (Silva, 2004)

Esta autora manifestó que, con tales objetivos nunca se definió un interés científico propio para cada una de las disciplinas sociales ni mucho menos se promovió una integración de estas que en la actualidad resulta tan necesaria para la comprensión y construcción de alternativas de mejora de los problemas sociales vigentes (Ministerio de Educación Nacional, 2004, pág. 10). Todo lo anterior justifica el ejercicio investigativo realizado para el cual se formula como pregunta problema: ¿Cómo es el desarrollo del pensamiento social en estudiantes de electricidad industrial del SENA del municipio de Dosquebradas? Justificación que cobra más fuerza con el hecho de no contar con muchos esfuerzos investigativos interesados en comprender el desarrollo del pensamiento social en egresados de la educación media. Es importante aclarar que para identificar el nivel de pensamiento social en el que se encuentran los estudiantes, se utilizaron las habilidades cognitivo-lingüísticas de Jorba y otros (2000) que son las que nos permiten dar cuenta de la capacidad de análisis que estos han ido

aprendiendo a lo largo de su desarrollo.(Jorba et al., 2000)

Con esta investigación se espera aportar en la construcción de un análisis recurrente y crítico de los niveles de pensamiento social con el que el sistema educativo colombiano está dotando a sus jóvenes como sujetos verdaderamente participativos. El aula de clase debe ser un espacio que se abra a los problemas socialmente relevantes de sus integrantes permitiéndoles una comprensión objetiva de sus entornos sociales con lo que, ya egresados, tendrán verdaderos elementos para ser líderes en los importantes y necesarios procesos de transformación hacia un país más justo y equitativo.

Objetivos:

Los objetivos planteados para esta investigación fueron los siguientes:

1. Identificar las habilidades cognitivo-lingüísticas que permiten evidenciar el pensamiento social de los estudiantes participantes.
2. Identificar las dimensiones constitutivas de la realidad social que dan cuenta del Pensamiento Social de los estudiantes participantes
3. Interpretar el pensamiento social en los estudiantes participantes. Esto con el propósito de “Comprender el desarrollo del Pensamiento Social en un grupo de estudiantes de Electricidad Industrial del SENA de Dosquebradas” a través de la aplicación de una unidad didáctica sobre mecanismos de participación ciudadana, por medio de un diseño de estudio de caso considerando que el grupo de estudiantes participantes durante el desarrollo de esta unidad didáctica se constituyen en un sistema complejo con características que solo se pueden comprender y analizar de manera integral y sistemática. Adicionalmente, este diseño permite realizar una confrontación de lo que establece la teoría con los acontecimientos de la vida real por

medio de la aplicación de diferentes instrumentos de recolección y análisis de la información.

Método

Descripción general del diseño de la investigación:

Teniendo en cuenta que el objetivo fue comprender un fenómeno social como lo es el desarrollo del pensamiento social en un grupo de estudiantes, se optó por un enfoque cualitativo con el cual se realizó una inmersión en interacción directa por medio de la observación participante. Como se mencionó anteriormente se optó por un diseño de estudio de caso dado que no se pretendió llegar a ningún tipo de generalización lo cual se constituye en una de las principales características de este tipo de diseño (Stake, 1994 citado por Neiman & Quaranta, 2006), siendo además útil para comprender hechos que estadísticamente no se podrían evaluar ya que, por su complejidad, no son generalizables y que adicionalmente se pueden comprender como una unidad de análisis, sea a nivel de individuo, grupo, comunidad, sociedad, una organización o una institución. Este diseño permite mostrar la complejidad de la vida social y a la vez integrar o vincular la investigación cuantitativa-cualitativa en las ciencias sociales. Adicionalmente se adoptó este diseño habiendo encontrado que es el más adecuado para realizar una confrontación de lo que establece la teoría con los acontecimientos de la vida real con el apoyo de diferentes herramientas para la recolección y el análisis de la información. (Neiman. Guillermo & Quaranta, 2006)

El estudio de caso acerca a las respuestas de las preguntas “cómo” y “por qué” en un tema específico a evaluar y permite construir “fuentes conceptuales, categoriales y de base de datos inherentes a la construcción de teoría” (Archenti et al., 2008) convirtiéndose en una herramienta valiosa para investigar cuestiones donde “los límites entre el fenómeno y su contexto no son claramente evidentes” (Yin, 2003 citado por Archenti, 2007).

La información recogida durante la aplicación de la unidad didáctica se realizó por medio de grabaciones de vídeo y diarios de campo de los dos investigadores los cuales se sometieron a un proceso de triangulación para evitar los sesgos que pueden aparecer cuando el objeto de estudio es examinado por medio de una sola técnica y por un solo observador. Esto con el fin de asegurar la credibilidad, conformabilidad y transferibilidad de la investigación. Los datos obtenidos se codificaron (codificación abierta), para obtener de ellos las categorías y sus relaciones, este constructo se confrontó con la teoría del marco referencial para cualificarla y así finalmente alcanzar un nuevo conocimiento respecto al fenómeno analizado.

Participantes O Fuentes De Los Datos

A.Descripción del investigador:

Los investigadores realizaron esta investigación para optar al título de maestría en educación de la Universidad Tecnológica de Pereira. Es la primera investigación para el investigador Jeffry López Criollo quien pertenece a la institución SENA seccional Dosquebradas como líder de la etapa práctica de los estudiantes de esta seccional. Para Claudia Lorena García Osorio quien hace parte del programa ciencias del deporte y la recreación como docente catedrática es la segunda investigación realizada.

b. Participantes u otras fuentes de datos

El grupo de estudiantes que participó en la investigación estaba conformado por 16 varones y una mujer con edades entre los 18 y los 34 años pertenecientes a los estratos socioeconómicos 1 al 3. Matriculados en el programa de formación "Tecnología en Electricidad Industrial", en su totalidad eran bachilleres siendo esto requisito de ingreso al mencionado programa que tiene una duración total de 27 meses con 7 trimestres en etapa lectiva y 2 en etapa de prácticas. Para

el momento del ejercicio investigativo todos los estudiantes se encontraban vinculados con diferentes empresas de la región por medio de la **figura** de contrato de aprendizaje que implica un apoyo económico durante todo el proceso formativo y el espacio para el desarrollo de las prácticas empresariales.

Como ya se ha mencionado, el proceso para la obtención de los datos implicó la utilización de cámaras de video en el aula durante las sesiones de clase y todo lo dicho por los participantes fue transcrito siendo los textos resultantes los datos a procesar los cuales se complementaron con diarios de campo.

c. Relación entre investigador y participantes

La elección del grupo de participantes se da por oportunidad dado que uno de los dos investigadores se desempeña como líder del proceso de etapa de prácticas en el centro de formación del SENA en el cual se llevó a cabo la investigación. Se presenta entonces una relación previa con los estudiantes ya que, en ejercicio de sus funciones, dinamiza los procesos de selección de parte de las empresas patrocinadoras y realiza acciones encaminadas a la preparación para el desarrollo de la etapa de prácticas y el seguimiento de estas. Así las cosas, antes del desarrollo de la unidad didáctica el investigador ya había ejecutado con el grupo algunas sesiones de aula e intercambios alrededor de la gestión del contrato de aprendizaje. El equipo investigador determina que de lo anterior no se derivó un impacto significativo en el proceso, sino que más bien fue coadyuvante en un adecuado desarrollo de las sesiones con interacciones marcadas por el respeto y la participación durante las mismas.

El otro de los investigadores no tenía relación previa con el grupo de estudiantes a los cuales conoció en el encuentro inicial. Su experiencia docente con estudiantes universitarios fue

elemento importante en el desarrollo de las diferentes actividades de clase a su cargo presentándose interacciones muy dinámicas y disponibilidad de recursos a la hora de lograr que los estudiantes pusieran de manifiesto sus opiniones y puntos de vista acerca de los problemas socialmente relevantes llevados a la clase.

Incorporación De Los Participantes

a. Proceso de incorporación al estudio.

Para la incorporación del grupo de estudiantes al estudio se presentó el proyecto a los instructores del centro de formación con el fin de perfilar un grupo participativo del nivel académico de tecnología dado que el interés se centraba específicamente en bachilleres. Una vez identificado el grupo con el que se realizaría el proceso y habiendo obtenido de parte de la coordinación académica el correspondiente permiso, se procedió a gestionar lo necesario para el encuentro inicial. El primer momento con los estudiantes se desarrolló en su ambiente de formación habitual presentándoles el proyecto y aspectos relevantes como la necesidad de presencia constante de cámaras de video y aspectos operativos como la intensidad horaria y horarios de las sesiones de clase por desarrollar.

En la presentación del proyecto al grupo se aclaró que la unidad didáctica sobre mecanismos de participación ciudadana no hacía parte constitutiva del pénsum académico siendo meramente voluntaria la participación en el mismo. Una vez compartidos los objetivos del estudio de los cuales el principal fue comprender el nivel de desarrollo del pensamiento social, la totalidad del grupo aceptó hacer parte del proyecto produciéndose la firma de los correspondientes consentimientos informados y quedando determinado el número de estudiantes con el cual se realizaría el estudio. Desde el diseño

no se parametrizó un número determinado de participantes, pero sí se contempló un grupo de entre 15 y 25 dada la población promedio de los grupos en el centro de formación. No se hizo necesaria la autorización de parte de padres o acudientes al no haber dentro del grupo menores de edad. Como ya se ha comentado, todos los estudiantes participaron de las diferentes actividades propuestas en las cinco sesiones que formaban la unidad didáctica. Dentro del análisis de datos se encontró una saturación de categorías con la información recaudada en las primeras tres sesiones de clase lo cual dio viabilidad al proyecto aún con el impase técnico que llevó a imposibilitar el análisis de las dos últimas.

Recolección de datos.

Para la recolección de datos de esta investigación se llevó a cabo una observación participante apoyada con la grabación de los diferentes encuentros y los diarios de campo elaborados por cada uno de los investigadores. Se transcribió la totalidad de las grabaciones lo que posibilitó el proceso de codificación de la información para su posterior agrupamiento de acuerdo con la categorización planteada. Es importante mencionar que solo se pudo hacer la transcripción de tres sesiones a raíz de una falla técnica con el equipo de video durante las últimas dos en relación con el sonido. De las últimas dos sesiones, solo se tomaron como referencia los correspondientes diarios de campo. Se consideró por parte de los investigadores que las tres sesiones transcritas eran suficientes para dar cuenta del pensamiento social de los estudiantes encontrándose además saturadas las categorías una vez realizado su análisis.

b. Grabación de la información y transformación de los datos

Todas las actividades fueron grabadas en video con el objetivo de captar todos los detalles de las interacciones con el grupo de estudiantes. De la misma forma se mantuvo un registro sistemático de notas de campo de cada encuentro donde se consignaron las observaciones de parte de los

investigadores sobre la acción. Para los efectos de esta investigación se diseñó una unidad didáctica sobre mecanismos de participación ciudadana la cual se estuvo planeando a lo largo de 4 meses. Cada sesión se programó para una duración de tres horas, donde los estudiantes se encontraron con diferentes dinámicas y retos a lo largo de cada encuentro distribuidos en cuatro momentos:

1. Primer momento, presentación y repaso del tema,
2. Explicación del cumplimiento de los objetivos para cada sesión,
3. Dinámica de grupo (trabajo entre pares) y
4. Retroalimentación, definición de términos, aclaración de dudas y asignación de actividad para traer desarrollada al siguiente encuentro. En el primer encuentro se explicó en qué consistirán las diferentes sesiones de clase y se solicitó llenar el consentimiento informado a cada estudiante. Cada momento fue grabado en vídeo, y posteriormente a cada encuentro consignado en el diario de campo de cada investigador.

Análisis

a. Estrategias de análisis de los datos

Para el análisis inicial de la información obtenida se desplegó un proceso de análisis por medio de la codificación abierta tomada de la teoría fundamentada “la cual consiste en comparar la información obtenida, tratando de dar una denominación común a un conjunto de datos que comparten una misma idea”(Soneira, 2006). Para este caso, luego de la transcripción de todo lo dicho en clase, se organizó la información en una hoja de cálculo distribuida de acuerdo el párrafo como unidad de sentido previamente planteada. De otro lado se asignaron códigos alfanuméricos y de colores a las categorías definidas desde el inicio de la investigación (5 habilidades cognitivo-lingüísticas: describir, definir, explicar, justificar y argumentar) para comprender el pensamiento social de los estudiantes. El procedimiento de

codificación fue realizado por cada investigador de manera separada, realizando anotaciones en la bitácora de análisis en aquellos casos considerados relevantes. Finalizado el mismo se realizó una puesta en común de la información entre investigadores para la conciliación de aquellos hallazgos que resultaron diferentes con lo cual se concretó un proceso de triangulación de lo obtenido en aras de la objetividad. Concertada la totalidad de las unidades analizadas se integró la información en una sola hoja de cálculo con el objetivo de realizar una interpretación inicial con la construcción de las tablas de frecuencia acerca de la participación de cada una de las categorías identificadas en el primer nivel. En el análisis de segundo nivel o codificación axial se llevó la totalidad de las unidades de sentido ya codificadas a un solo documento que permitió revisar todas juntas en conjunto para identificar relaciones entre ellas, patrones comunes, o ejes centrales en busca de una categoría emergente y/o central. Posteriormente se procedió a la codificación selectiva para la generación de hipótesis y explicaciones por medio de un gráfico que permitió dar cuenta de lo encontrado en el proceso y su correspondiente interpretación. Todo esto llevado a cabo desde lo planteado por Hernández (2010) en el proceso de análisis cualitativo.(Hernández Sampiere et al., 2010)

Resultados

Cumplido el objetivo, el equipo investigador puede concluir que el grupo de 17 estudiantes de electricidad industrial participante tiene un escaso nivel de desarrollo de su pensamiento social, así como de la comprensión de los elementos constitutivos de la complejidad social fundamentados en los siguientes elementos que entrega el proceso investigativo analizado, y a la luz de los referentes teóricos sobre los cuales se desarrolló. La información recolectada y analizada en un primer nivel mostró que, de las habilidades cognitivo-lingüísticas (definir, describir,

explicar, justificar, argumentar), la descripción fue la habilidad que se presentó de manera recurrente en casi todo el discurso de los estudiantes (65%) seguida de la explicación con una presencia muy baja y la cual no se puede definir como manejada por la población en general, presente solo en algunos casos aislados y específicos (14%). Esto se puede evidenciar en los siguientes ejemplos tomados de lo manifestado en los encuentros con los estudiantes:

“Estudiante 1: Profe, como individuos todos participamos en algún momento o en algún tipo de situación. Ya sea o digamos ya sea algo social o ya sea como de pronto en dar una opinión, todos participamos en algún momento de algo”. (T1D1P12)

“Estudiante 8: yo digo que es la convocatoria que hace al pueblo para ehhh..... un consenso de participación”. (T2D1P23)

“Estudiante 17: Vimos el mecanismo del Voto que fue el que nos pusieron a votar” (T2D1P6)

Es importante anotar que, durante el proceso de codificación de primer nivel, constantemente se encontró que las unidades de sentido no alcanzaron a cumplir la totalidad de los criterios establecidos para ser codificadas como alguna de las habilidades cognitivo-lingüísticas a las cuales correspondían las categorías investigativas, criterios que fueron definidos a la luz de la teoría planteada por Jorba y otros (2000). Si de acuerdo con Jorba (2000) la descripción es la habilidad cognitivo-lingüística de menor complejidad, es viable afirmar que el pensamiento social de los estudiantes no presenta un mayor nivel de desarrollo, lo cual es consecuente con lo encontrado en los elementos de la comprensión de la complejidad social y cuyas categorías relacionadas tampoco emergieron con una frecuencia significativa. Lo encontrado hasta aquí es coherente con lo que muestran los diarios de campo de los docentes investigadores con anotaciones que dan cuenta de la escasez de contenido y de ideas concretas en las participaciones, así como de dificultades para lograr manifestación de conocimientos previos o posiciones respecto del tema de clase.

Evaluada la descripción a la luz de los criterios establecidos, esta habilidad se encuentra en un nivel de complejidad muy superficial sin que se concreten totalmente los elementos para diferenciar lo descrito de otros objetos o fenómenos. Dicho de otro modo, si se tiene en cuenta que la descripción espera responder a los interrogantes: ¿qué es?, ¿cómo es?, ¿qué pasa?, ¿dónde pasa?, ¿cuándo pasa?, ¿cómo ocurre?, se encuentra que la gran mayoría de las unidades de sentido analizadas se presentan limitadas a uno de los mencionados interrogantes.

Las categorías diferentes a la descripción no emergen más que en dos o tres oportunidades a lo largo de las sesiones de clase analizadas. Para el equipo investigador, esto confirma que el desarrollo del pensamiento social en los estudiantes es bajo lo cual se refuerza con el comportamiento de las categorías asociadas a los elementos de la complejidad social analizadas como lo fueron la intencionalidad, la causalidad y la relatividad (Santiesteban & Pagés, 2011), las cuales no se presentaron en ninguna de las sesiones. Con todo lo anterior y comprendido el desarrollo de pensamiento social en los estudiantes, es válido decir que son limitadas sus habilidades para comprender la realidad social en la cual están inmersos, compleja ésta en fenómenos y situaciones políticas, sociales, culturales y económicas los cuales no son comprensibles para ellos. En consecuencia, el grupo de estudiantes no solo tendrá pocas motivaciones para realizar cambios en su realidad social cercana y lejana, sino que harán poco uso de los espacios propicios para la participación y la construcción de una mejor sociedad.

Discusión

Con los resultados obtenidos y desde el análisis de las habilidades cognitivo-lingüísticas como el instrumento que permite evidenciar el nivel de desarrollo del pensamiento social en el individuo, uno de los hallazgos más significativo es que de estas, “la descripción” es la única que emerge en casi la totalidad de sus intervenciones. Es claro que se les facilita hacer uso de esta, aunque la usan de

manera marcadamente abstracta como la refiere Jorba (Jorba, Gómez, & Prat, 2000) quien también determina que en la escala en cuanto a grado de complejidad para las habilidades cognitivo-lingüísticas, la descripción es la más básica consistiendo solamente en producir acerca de un hecho o fenómeno, razones o enunciados con sus características o propiedades.

Si bien en su descripción de los grados de complejidad de las habilidades cognitivo-lingüísticas, Jorba (Jorba, Gómez, & Prat, 2000) no relaciona la de definir con las otras, es perceptible que en su definición de esta la ubica en un nivel de complejidad siguiente o inmediato a la descripción cuando define que esta consiste en expresar las características necesarias y suficientes para que el concepto no se pueda confundir con otro, con la ayuda de otros términos que se suponen conocidos. Esta última habilidad mencionada no aparece dentro de las que deberían tener desarrolladas los estudiantes, la presencia de esta si acaso asomo en dos circunstancias ya que los estudiantes nunca concretaron una definición clara, por el contrario buscaban generar ejemplos o símiles en su lenguaje particular para dar una definición concreta frente a los términos trabajados usado con frecuencia expresiones como: “es como cuando uno...” de aquí en adelante la presencia de las otras habilidades no es visibilizada en su conjunto en general con excepción de la “explicación” que como se expresó en el análisis aparece con más notoriedad después de la descripción (Es importante marcar en este punto que aun cuando las apariciones de esta habilidad cognitivo-lingüística puede tener una buena presencia por decirlo de alguna manera no es generalizable al grupo ya que son solo algunos estudiantes quienes hacen uso de esta, por lo tanto para el estudio de caso que compete a esta investigación no se da como si hiciera presencia dentro de las habilidades que permiten evidenciar un desarrollo del pensamiento social adecuado).

Resulta de especial interés lo que transmite el que no hayan emergido habilidades cognitivo-lingüísticas que denotan mayor nivel de complejidad, sino que de manera generalizada su habilidad más recurrente haya sido la menos

compleja encontrándose incluso muchas manifestaciones que no alcanzaron a ser catalogadas en ese nivel por carecer de sentido o por no lograrse identificar la idea tratada de comunicar. Teniendo en cuenta todo lo anterior y a la luz del nivel educativo de los estudiantes participantes en el estudio, es pertinente traer a esta discusión el pensamiento de Pagés (Santiesteban & Pagés, 2011) quien realiza una diferenciación entre los objetivos y las finalidades educativos. Los objetivos de la educación básica y media en estudiantes del SENA fueron cumplidos. En relación con las finalidades, definidas por el autor como las que describen las situaciones que resultan ideales en el proceso de aprendizaje y que aclaran el por qué y el para qué del proceso de enseñanza y aprendizaje, se puede decir que estas no fueron cumplidas. Para el autor, en el caso de las ciencias sociales desde una concepción crítica, las finalidades son: a) Comprender la realidad social, b) formar el pensamiento crítico y creativo, c) intervenir socialmente y transformar la realidad, en un proceso continuo de mejora de la vida democrática.

Al cumplirse el objetivo principal de la investigación encontrando un escaso nivel de desarrollo del pensamiento social en el grupo de estudiantes de lo cual da cuenta la ausencia en ellos de la mayoría de las habilidades cognitivo-lingüísticas, se concluye adicionalmente una limitada comprensión de la realidad social en la que se encuentran. Limitante crítica en sus posibilidades de participación en las transformaciones que demanda su entorno para unas mejores condiciones de desarrollo humano y social. Pareciera que para el Ministerio de Educación Nacional hay claridad acerca de cómo deben ser los lineamientos curriculares para la educación básica y media (José & Mera, 2004) cuando establece que:

Se ha inclinado, entonces, por unos lineamientos curriculares abiertos, flexibles, que integren el conocimiento social disperso y fragmentado, a través de unos ejes generadores

que, al implementarlos, promuevan la formación de ciudadanos que comprendan y participen en su comunidad, de una manera responsable, justa, solidaria y democrática; mujeres y hombres que se formen para la vida y para vivir en este mundo retador y siempre cambiante. (Ministerio de Educación Nacional, mineducacion, 2004, pág. 3).

Aun así, la problemática identificada bien puede tener su origen en la no observancia de dichos lineamientos y en el incumplimiento de los objetivos propuestos para el área de ciencias sociales en la educación básica y media. De otro lado, manifiesta también el MEN que:

Estos lineamientos curriculares no son la panacea que resolverá todos los problemas que se viven en las aulas de clase, pero sí está seguro de que representan pautas claras para que las y los docentes del país encuentren y den mayor sentido a su quehacer pedagógico. (Ministerio de Educación Nacional, mineducacion, 2004, pág. 3).

En este contexto, es válido deducir que, con el cumplimiento estricto de este tipo de pautas a lo largo del sistema educativo, bachilleres como los participantes en este estudio poseerían un mejor desarrollo en su pensamiento social. En ese orden de ideas, se puede contemplar como un posible origen del hallazgo, la manera como se está llevando a cabo la enseñanza de las ciencias sociales y los objetivos que se están persiguiendo con el proceso educativo en general. Esto se sustenta al retomar la pregunta realizada por Pipkin: “¿Qué prácticas docentes contribuyen a desarrollar estas capacidades en los alumnos?” (2009, pág. 5). La respuesta llevará a generar espacios de profundización en la manera de hacer realidad lo propuesto por el MEN en sus lineamientos curriculares formando personas “responsables, justas, solidarias y democráticas...”.

Se plantea que evaluar la práctica docente es relevante para identificar la razón por la cual los objetivos no se cumplen ya que, solo determinando las posibilidades de mejora, será

posible dar inicio a procesos sistemáticos que al trascender del ejercicio en el aula promueva mejoras institucionales y en general profundos cambios en el sistema educativo nacional. Esto es consecuente con la conclusión de Osorio y Díez (2017) en su investigación relacionada con el tema, quienes manifiestan que el desarrollar un proceso de enseñanza adecuada permite que los estudiantes se formen de una manera más consciente, siendo autónomos y participativos en cada una de las situaciones que los rodean. (Osorio Álzate & Díez Jiménez, 2017)

Se hace necesario incluir también en esta discusión a Pipkin (2009) dado que para ella uno de los propósitos clave perseguidos al enseñar ciencias sociales es la formación del pensamiento social. Desde su perspectiva, esto dará a los estudiantes la posibilidad de concebir la realidad como una síntesis que no solo es compleja sino también problemática dada la contextualización de la información que reciben y sus diversas dimensiones con la visión de su participación crítica en la misma. Por lo tanto, podría ser visible que el objetivo planteado desde esta forma de educación no se cumplió y habría que realizar un proceso de retrospección que permitiera establecer en cual o cuales de los componentes del proceso educativo se presenta la oportunidad de mejora. (Pipkin et al., 2009)

Lo encontrado en el presente ejercicio es consecuente con lo que concluye Muñoz (2016) quien luego de analizar las habilidades cognitivo-lingüísticas que emergen en estudiantes de derecho en el desarrollo de una unidad didáctica sobre el régimen de pensiones en Colombia encuentra que solo aparecen las habilidades cognitivo-lingüísticas básicas denotando también un nivel básico de pensamiento social. Para ella, esto demuestra un gran vacío en la enseñanza de las ciencias sociales en la primaria y secundaria donde no se forma pensamiento crítico ni reflexivo sobre la realidad social. (Muñoz et al., 2016)

Este resultado se puede cotejar con los resultados obtenidos en investigaciones de básica primaria como la de Gutiérrez y Arana (2014), quienes, desde la universidad de Caldas, entre varias conclusiones observan que las prácticas educativas a las que asisten los actuales ciudadanos deben ser ampliamente cuestionadas y transformadas hacia un enfoque crítico tanto de docentes como de estudiantes. Manifiestan esto ya que luego del desarrollo de unas unidades didácticas basadas en estudios de casos con situaciones de la vida real, la práctica docente fue impositiva en cuanto al qué y al cómo se abordó el conocimiento social lo cual fue en detrimento del desarrollo del pensamiento social y de la autonomía de los estudiantes. Esto permite evidenciar cómo el desarrollo del pensamiento social no se está dando adecuadamente en los niveles iniciales de la educación por lo cual no es sorpresivo encontrar resultados tan bajos en un grupo de la educación profesional. (Gutiérrez G & Arana H, 2014)

Referencias Bibliográficas

Archenti, N., Marradi, A., & Piovani, J. I. (2008). *Metodología de las Ciencias Sociales*. En GEDKSA EDITORIAL (Ed.), *Oficios Terrestres: Vol. no. 23 (1a ed., pp. 218–219)*. Bibliotec de educación. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/45117>

ley 115 de 1994, Pub. L. No. ley 115 /1994, Gaceta oficial 1 (1994). www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Gutiérrez G, M. C., & Arana H, D. M. (2014). *LA FORMACIÓN DEL PENSAMIENTO SOCIAL EN LA ENSEÑANZA Y EL APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA**. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 10(2), 124–144. <https://www.redalyc.org/pdf/1341/134144225007.pdf>

Hernández Sampiere, R., Fernanández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (J. M. Chacón, Ed.; Vol. 1). McGraw Hill. http://www.esup.edu.pe/descargas/dep_investigacion/Metodologia_de_la_investigacion_5ta_Edición.pdf

Jorba, J., Gómez, I., & Prat, A. (2000). *Hablar y escribir para aprender : uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Editorial Síntesis.

José, F., & Mera, L. (2004). *Ciencias Sociales Lineamientos Curriculares - Ministro Ministerio de Educación Nacional*.

Muñoz, B. E., Asesor, G., Luz, M., & Álzate, S. M. (2016). *PENSAMIENTO SOCIAL EN ESTUDIANTES DEL PROGRAMA DE DERECHO DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DEL ÁREA ANDINA SECCIONAL PEREIRA [TESIS PREGRADO, LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE PEREIRA]*. <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/d5228af7-b4a0-41f0-b165-15a261d5f960/content>

Neiman. Guillermo, & Quaranta, G. (2006). *Los-estudios-de-caso-en-la-investigacion-sociologica*. En Editorial Gedisa (Ed.), *Estrategias de investigación cualitativa (1a ed., Vol. 1, pp. 213–237)*. Sagrafie. <http://investigacionsocial.sociales.uba.ar/wp-content/uploads/sites/103/2013/03/neiman-y-quaranta-los-estudios-de-caso-en-la-investigacion-sociologica-pp213-237.pdf>

Osorio Álzate, Y., & Díez Jiménez, A. E. (2017). *LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS SOCIALES Y EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO SOCIAL [Maestría, Universidad Tecnológica de Pereira]*. <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/8574/T300.71%20083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pipkin, D., Cicalese, L. E., & López, G. (2009). *Pensar lo social :un aporte de la enseñanza de la sociología para la*

escuela media (La Crujia, Ed.; Colección docencia). <https://bibliotecas.uncuyo.edu.ar/explorador3/Record/OSC043342/Details>

Santisteban Fernandez, A., & Page Blanch, J. (2011). (PDF) SANTISTEBAN, A./ PAGÈS, J. (coords.) 2011. *Didáctica del Conocimiento del Medio Social y Cultural en la Educación Primaria. Ciencias sociales para comprender, pensar y actuar*. Madrid. Editorial Síntesis | Joan Pages Blanch - Academia.edu. SINTESIS. https://www.academia.edu/14191850/SANTISTEBAN_A_PAG%C3%88S_J_coords_2011_Did%C3%A1ctica_del_Conocimiento_del_Medio_Social_y_Cultural_en_la_Educaci%C3%B3n_Primaria_Ciencias_sociales_para_comprender_pensar_y_actuar_Madrid_Editorial_S%C3%ADntesis

Silva, R. P. (2004). *El espacio geográfico como objeto de enseñanza en el área de Ciencias Sociales*. Sociedad Geográfica de Colombia. Sociedad Geografica de Colombia - academia de ciencias geográficas, 1–9. https://www.academia.edu/31899210/Pulgar%C3%ADn_Silva_R_2004_El_espacio_geogr%C3%A1fico_como_objeto_de_ense%C3%B1anza_en_el_%C3%A1rea_de_Ciencias_Sociales_Sociedad_Geogr%C3%A1fica_de_Colombia_Academia_de_Ciencias_Geogr%C3%A1ficas_Diponible_en_https_www_sogeocol_edu_co_documentos_El_Espacio_pdf

Soneira, A. J. (2006). *La “Teoría fundamentada en datos” (Grounded Theory) de Glaser y Strauss*. En *Estrategias de investigación cualitativa* - Irene Vasilachis de Gialdino 153 (pp. 153–173). Herramientas universitarias. <https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=upPsDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA66&dq=A+Soneira+-+Estrategias+de+investigaci%C3%B3n+cualitativa>



Evaluación del sistema solar fotovoltaico conectado
a la red en un centro de formación SENA.

Evaluation of the Grid-Connected Photovoltaic Solar
System in a SENA Training Center.

Ing. Daniel Ricardo Montoya Zuluaga.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Regional
Risarlada.
drmontoyaz@outlook.com.

Ing. Luis Fernando Amarillo Rincón.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Regional
Risarlada.
lfirincona@sena.edu.co.

Ing. Juan Carlos García Buitrago.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Regional
Risarlada.
cgarcia@sena.edu.co.

Resumen

Se llevó a cabo la evaluación del funcionamiento un sistema solar fotovoltaico instalado en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, en Dosquebradas, Risarlada, Colombia. El sistema fue instalado en el mes de julio de 2022 y entró en operación el 9 de agosto de 2022, con el objetivo de disminuir un 40% el consumo energético de la edificación y que éste se viera reflejado en el cobro de la factura de energía eléctrica.

El estudio propuso evaluar el funcionamiento del sistema solar fotovoltaico conectado a la red desde el día de inicio de operación del sistema solar hasta el 30 de noviembre de 2022. Para ello se realizó seguimiento, digitalización y análisis de los datos generados por el sistema solar fotovoltaico para ser contrastados con los cobros generados en los periodos facturados, para identificar el aporte del sistema solar fotovoltaico y corroborar la reducción 40% en el cobro mensual de energía eléctrica.

Una vez se analizó la información, se compararon los datos generados por el sistema solar fotovoltaico con los periodos facturados, se identificó que para el mes de agosto el sistema solar aportó el equivalente al 13.14% del consumo total del mes. Para el mes de septiembre el sistema solar aportó el equivalente al 7.07% del consumo total del mes. Para el mes de octubre el sistema solar aportó el equivalente al 19.05% del consumo total del mes. Para el mes de noviembre el sistema solar aportó el equivalente al 9.55% del consumo total del mes.

Se identificaron problemas en el diseño del sistema solar fotovoltaico que generan

desconexión de los inversores de la red y pérdida de datos para realizar el seguimiento al funcionamiento del sistema.

Según la evaluación del desempeño del sistema de paneles solares fotovoltaicos, se determina que se deben realizar modificaciones y ajustes para cumplir con el objetivo inicial propuesto para el sistema solar.

Palabras clave: Sistema solar fotovoltaico, Ahorro energético, Evaluación sistemas solares, eficiencia energética.

Abstract

An evaluation on the operation of a photovoltaic solar system installed at SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial was carried out in Dosquebradas, Risarlada, Colombia. The system was installed in July 2022 and started operating on August 9, 2022, with the purpose of reducing the energy consumption of the edification by 40% influencing in the reduction of the electricity bill.

The study aimed to evaluate the operation of the grid-connected photovoltaic solar system from the beginning of the solar system operation until November 30, 2022. For this purpose, there were implemented monitoring, digitization, and analysis of the data generated by the photovoltaic solar system in order to be compared with the charges in the billing periods, identifying the contribution of the photovoltaic solar system and verifying the 40% reduction in the monthly electricity bill.

After analyzing the information and comparing the data generated by the photovoltaic solar system with the billing periods, it was identified that in August, the solar system contributed 13.14% of the total monthly consumption. In September, the solar system contributed 7.07% of the total monthly consumption. In October, the solar system contributed 19.05% of the total monthly consumption. In November, the solar system contributed 9.55% of the total monthly consumption.

There were identified issues in the design of the photovoltaic solar system that caused

disconnection of the inverters from the grid as well as loss of data for monitoring the system operation.

Based on the performance evaluation of the photovoltaic solar panel system, it is determined that modifications and adjustments need to be made to meet the initial objective set for the solar system.

Keywords: *Photovoltaic solar system, energy savings, solar system evaluation, energy efficiency.*

Introducción

Partiendo de las políticas energéticas gubernamentales, fundamentalmente la ley 2169 de 2021, Ley de acción climática, en la cual se busca implementar medidas a corto plazo inmediatas y a largo plazo que le permitan al país compensar su generación de Gases de efecto de invernadero. Dentro de las medidas a implementar se contempla, la disminución de las emisiones de carbono en un 40% y se plantea que las instituciones públicas sean pioneras en los procesos de eficiencia energética y llegar a la nulidad de gases de efecto de invernadero en el 2050 (Congreso de la república, 2021). La opción empleada por las entidades estatales es la de implementar sistemas solares fotovoltaicos debido a la importancia que tiene la energía solar fotovoltaica, la facilidad que se tiene para su implementación y los aportes ambientales que genera.(Arencibia-Carballo, 2016).

Con el compromiso ambiental institucionalizado, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) con la intención de ser eficiente energéticamente, implementó desde agosto del 2022 un sistema solar fotovoltaico en el Centro de diseño e innovación tecnológica industrial (CDITI) ubicado en Dosquebradas, Risaralda. Con la intención de reducir un 40% del costo mensual en su factura de energía. Los centros de formación del SENA en el país han sido pioneros en la instalación de sistemas solares para la disminución de su consumo eléctrico.

El sistema solar fotovoltaico instalado en el CDITI consta de 171 paneles solares Longi_545W, 3 inversores Fronius de 24kw, 1 transformador baja-baja de 75kw marca Faraday, 1 (GLB) estructura en aluminio para sistema SSFV marca allurack, 2 gabinetes de AC marcan Tapsuelec y 1 tablero de DC. El sistema se encuentra conectado a la red de suministro a través de un contador de doble vía, con la intención de entregar a la red la generación del sistema, para disminuir los costos asociados al consumo energético de las instalaciones del centro de formación.

Se llevó a cabo una búsqueda y revisión basada en artículos científicos y revistas, para plantear el marco teórico y la información específica de la generación fotovoltaica y las condiciones de funcionamiento del sistema solar fotovoltaico. (Romero & Sánchez, 2022)

En estudios como el de (Johnson et al, 2020) muestran un estudio detallado que se basa en datos recopilados durante periodos de tiempo para analizar el rendimiento de sistemas solares conectados a la red eléctrica y exponen la importancia de la monitorización para evaluar su rendimiento a lo largo del tiempo.

Según (Smith et al, 2019), un método para evaluar el funcionamiento de un sistema solar fotovoltaico es el análisis de la curva de potencia, lo permite identificar posibles fallos o problemas en el sistema.

Se realizó el seguimiento y registro de la información generada por el sistema de paneles solares fotovoltaicos instalados en el CDITI, para sistematizarla y comparar los resultados contra los valores reflejados en las facturas de energía desde el mes de enero del año 2021. De esta manera establecer una tendencia de consumo y determinar los aportes del sistema solar fotovoltaico en la disminución de costos (Torres, 2016) También se analizaron los datos obtenidos y se generó reporte de inconsistencias, dificultades y errores arrojados por el análisis de datos (Copa et al., 2018) (Corredor, 2019) y se evidenciaron problemas y dificultades del sistema solar fotovoltaico después de la evaluación.

Diseño Metodológico

El enfoque de la investigación es cuantitativo con un enfoque comparativo y sistemático a partir del análisis de información de los consumos reflejados en las facturas energéticas y la producción generada por el sistema solar fotovoltaico en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológico Industrial SENA, CDITI.

Para la evaluación de la puesta en marcha y funcionamiento del sistema solar fotovoltaico, se realizó la digitalización de los valores reflejados en

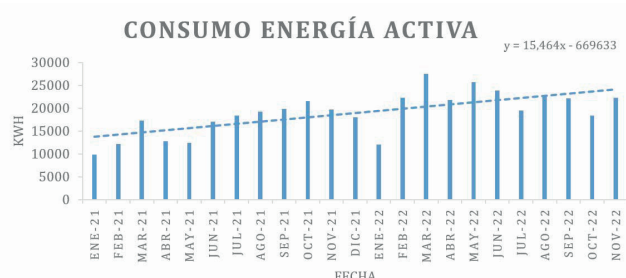
Después de recopilar y tener toda la información digitalizada, se realizó un análisis que permitió la comparación entre el consumo registrado en las facturas de energía contra la producción del sistema solar fotovoltaico y determinar el aporte generado por el sistema solar.

Análisis de resultados.

A continuación, en la **figura 1** se presenta el comportamiento en el consumo de energía activa en el centro de formación, el cual es el factor de consumo que se convierte directamente en trabajo útil de los equipos eléctricos (CELSIA, s. f). Los datos registrados reflejan el consumo de energía activa de enero de 2021 a noviembre de 2022, generando la siguiente línea de tendencia:

Figura 1

Comportamiento en el consumo de energía activa del centro de formación



Nota: Elaboración propia

En la **figura** se puede observar una tendencia hacia el incremento del consumo energético sin una pendiente pronunciada, con un consumo promedio 19003.5946 KWh al mes y una desviación estándar de 4796.39 KWh

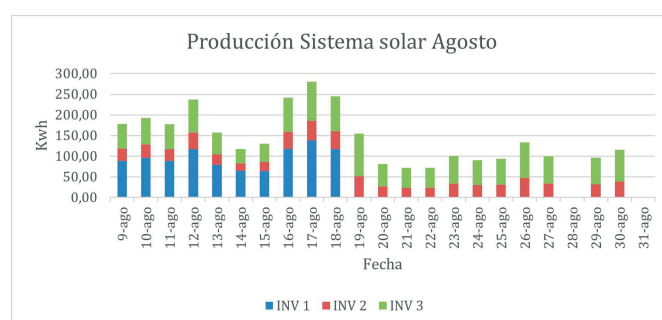
las facturas de energía comprendidas entre enero de 2021 y noviembre de 2022, en una hoja de cálculo de Excel, Microsoft Office.

Se realizó un seguimiento periódico a la producción del sistema solar fotovoltaico y se registraron los valores de producción energética aportados por el sistema desde el 9 de agosto, hasta el 30 de noviembre de 2022, con el uso de herramientas ofimáticas, con la hipótesis que el sistema solar fotovoltaico cumplía con su objetivo de disminuir el 40 % del consumo energético.

A continuación, se presenta en la **figura 2**, los datos registrados de la producción de energía de los paneles solares fotovoltaicos mes a mes. La producción diaria es generada por 3 inversores instalados y representan con un color diferente, la suma de su producción sintetiza la producción total del sistema.

Figura 2

Producción de energía de los paneles solares fotovoltaico mes de agosto.



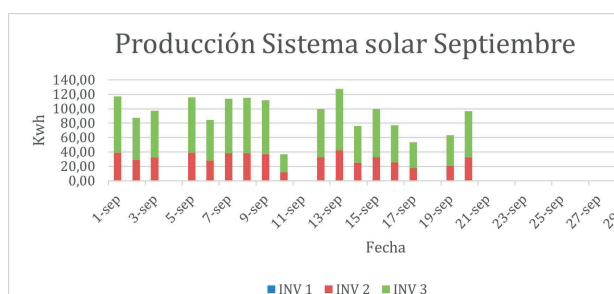
Nota: Elaboración propia.

Como se observa en la **figura 2**, para el mes de agosto se presentó un pico de energía que generó la desconexión del INV 1 de la red, lo que causó que desde el 19 de agosto este inversor no aportara energía. También se identifican días en los cuales no se tienen reportes de producción

por parte del software debido a la desconexión del punto de red de los inversores. Se cuenta con el aporte de los inversores 2 y 3 el resto del mes a excepción de los días 28 y 30 de agosto.

Figura 3

Producción de energía de los paneles solares fotovoltaico mes de septiembre.

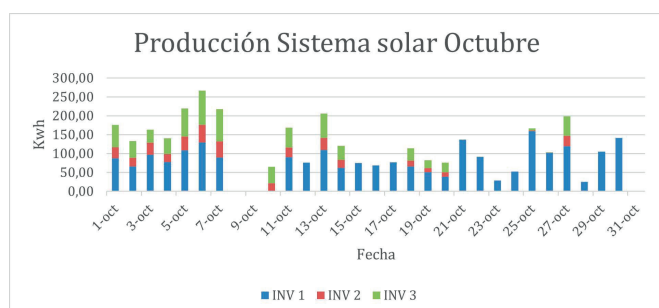


Fuente: elaboración propia

En la **figura 3**, para el mes de septiembre y por la falta de supervisión del sistema, el INV 1 continuó fuera de línea, por lo que en septiembre no hay aporte de este inversor a la red. También se identifican días en los cuales no se tienen reportes de producción, debido a que el punto de conexión de red fue desconectado, y al no descargar la data de forma manual en los inversores, no se cuenta con información relacionada a la producción de energía, del 21 al 30 de septiembre.

Figura 4

Producción de energía de los paneles solares fotovoltaico mes de octubre.

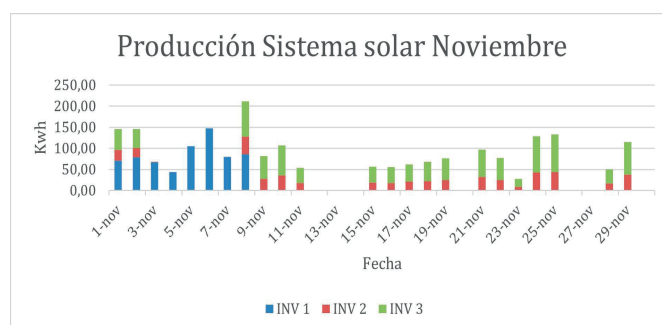


Nota: Elaboración propia

Para el mes de octubre se subsanó la desconexión del INV 1. Se identifican días en los cuales no se tienen reportes de producción por parte de los INV 2 y 3.

Figura 5

Producción de energía de los paneles solares fotovoltaico mes de noviembre.

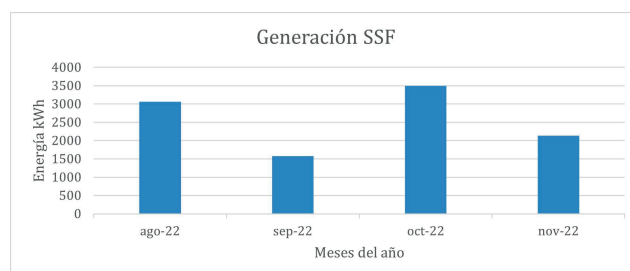


Nota: elaboración propia

A continuación, en la **figura 6**, se presenta el consolidado de producción energética mensual del sistema solar fotovoltaico arrojado por la sumatoria de la producción diaria del sistema, debido a que el sistema no cuenta con un medidor de cuatro cuadrantes.

Figura 6

Consolidado de producción energética ,mensual.



Nota: Elaboración propia

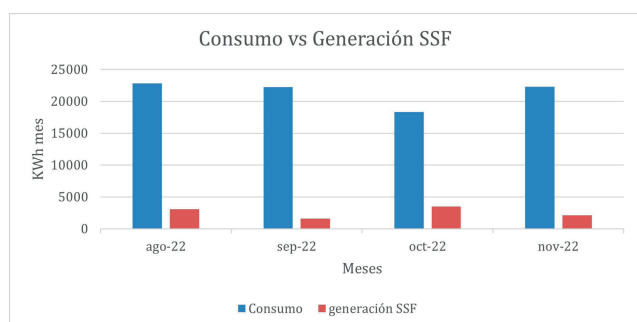
Según la **figura 6**, para el mes de agosto se generaron 3064.5 KWh, para el mes de septiembre

1572.76 KWh, para el mes de octubre 3495.56 KWh y para el mes de noviembre 2133.98 KWh.

Según la **figura 7** a partir de la comparación mensual de los consumos y la producción del sistema solar fotovoltaico se obtiene lo siguiente:

Figura 7

Comparativo consolidado de consumo vs. producción.



Nota: Elaboración propia

Discusión Y Conclusiones

Luego de llevar a cabo el análisis se presenta a continuación la **tabla 1** de los datos obtenidos del funcionamiento del sistema, después de realizar el seguimiento y digitalización de los datos generados por el sistema solar fotovoltaico.

Tabla 1

Consolidado de producción energética mensual.

Mes	Consumo KWh	Producción SSF	% del consumo SSF
Agosto	22837	3064.5	13.14
Septiembre	22223	1572.76	7.07
Octubre	18347	3495.56	19.05
Noviembre	22323	2133.98	9.55

Nota: Elaboración propia

Es importante mencionar que, si bien el sistema solar fotovoltaico fue diseñado para alimentar 90kw a la red en su máxima potencia, se ha

presentado una variación en la cantidad de energía generada por el sistema lo que expresa anomalías de funcionamiento y problemas en su diseño.

Se identificó que existen fallos en el sistema solar fotovoltaico puesto que, los picos de producción de energía sobrecargan los inversores desconectándolos de la red y en el proceso de recolección de la información, cuando se pierde la conexión a internet se desconocen de datos importantes para el seguimiento del sistema. Por lo que se debe revisar el diseño de los inversores y realizar correcciones de manera inmediata, así como acondicionar un punto fijo de conexión a la red para la descarga y supervisión en tiempo de real de los inversores que no se encuentre al alcance del público en un ambiente de formación.

A partir de los resultados obtenidos de la evaluación del desempeño del sistema de paneles solares, se debe tener en cuenta que tanto los consumos como la producción del sistema solar fotovoltaico son variables, por lo que para lograr el objetivo por el cual el sistema solar fotovoltaico fue instalado, se deben realizar correcciones de diseño y mantener una supervisión constante y efectiva sobre el mismo

Referencias Bibliográficas

Arencibia-Carballo, G. (2016). La importancia del uso de paneles solares en la generación de energía eléctrica. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 17(9), 1-4. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n090916/091602.pdf>

CELSIA. (s. f.). ¿Qué es la energía reactiva? | Celsia empresa de energía. Recuperado 9 de noviembre de 2022, de <https://www.celsia.com/es/blog-celsia/conoce-todo-lo-que-debes-saber-sobre-energia-reactiva-por-que-se-refleja-en-tu-factura-la-energia-reactiva/>

Ley 2169, Pub. L. No. Ley 2169, Diario oficial edición 51.896 (2021). <https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/2022/01/Ley-N0002169-de-2021-1.pdf>

Copa, I., Socolovsky, H. P., Godfrin, E. M., Martínez Bogado, M. G., & Durán, J. C. (2018). Evaluación del funcionamiento de un sistema fv de 2,8 kw con sombreado parcial. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 18, 4-69. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/36450>

Romero, M. C., & Sánchez, A. (2022). Impactos ambientales de sistemas de energía solar fotovoltaica: una revisión de análisis de ciclo de vida y otros estudios. *EIA*, 19(38), 22. <https://doi.org/10.24050/reia>

Smith, A., Johnson, B., & Brown, C. (2019). Evaluation of Photovoltaic System Performance Using Power-Voltage Curve Analysis. *Renewable Energy Journal*, 35(2), 123-136.

Smith, J., Johnson, A., & Davis, B. (2019). Evaluation of Photovoltaic System Performance Using Power Curve Analysis. *Solar Energy*, 123, 45-56.

Torres, Á. (2016). EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE SUMUNISTRO DE ENERGÍA CON PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS PARA EL EDIFICIO DE POSGRADOS DE LA. UNIVERSIDAD LIBRE.



NO MÁS ACOSO SEXUAL

Impacto campaña contra el acoso sexual implementada en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – SENA.

Impact of the campaign against sexual harassment implemented at the Center for Industrial Design and Technological Innovation - SENA.

Cardona M, Marcela.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Regional
Risaralda.
mcardonam@sena.edu.co.

Arango, María.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Regional
Risaralda.
mjarango@sena.edu.co.

Grajales, Luisa.
Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, SENA Regional
Risaralda.
lumgrajalesv@sena.edu.co.

Resumen

El centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial SENA; en aras de aportar conocimientos frente a la violencia de género, decide implementar una estrategia de acercamiento encaminada a visibilizar los tipos de acoso sexual y rutas de atención frente a las denuncias al interior del CDIT SENA, en Dosquebradas, Risaralda, Colombia. Para llevar a cabo la campaña fueron seleccionados; tres grupos como población focal que hacen parte del centro: aprendices, administrativos e instructores. En primera instancia se realizó una encuesta a los tres grupos seleccionados, que determinó información sobre conocimientos previos frente el acoso sexual, los mecanismos de denuncia institucional y casos de acoso sexual reportados en el interior del centro. Al analizar los resultados y situación del primer momento de la campaña, se definieron los objetivos de la misma, y se continuó con las tres fases creativas: copy strategy o plataforma de comunicación, seguida de la estrategia creativa y se finalizó con la estrategia de medios. La campaña de publicidad se denominó: "No más acoso". Una vez se diseñó la campaña, se realizó su respectiva difusión por medio de las redes sociales y charlas informativas. Al finalizar la campaña, se aplicó una última encuesta en la población para analizar el impacto de la campaña de publicidad, logrando evidenciar el aprendizaje sobre los tipos de acoso sexual y sus modalidades de denuncia.

Palabras clave: *campaña publicitaria, acoso sexual, denuncia, violencia de género.*

Abstract

The Design and Industrial Technological Innovation Center - SENA; in order to provide knowledge regarding gender-based violence, has decided to implement an approach strategy aimed at making visible the types of sexual harassment and the attention routes against their complaints within the CDIT SENA, in Dosquebradas, Risaralda, Colombia. To carry out the campaign, three groups were selected as the focus population that are part of the center: apprentices, administrators, and instructors. In the first instance, a survey was carried out on the three selected groups, which determined information on prior knowledge of sexual harassment, institutional complaint mechanisms and cases of harassment reported inside the center. When analyzing the results and situation of the first moment of the campaign, its objectives were defined, and the three creative phases continued: copy strategy or communication platform, followed by the creative strategy and finalized with the media strategy. The advertisement campaign was named: "No more harassment". Once the campaign was designed, its respective broadcasting was carried out through social networks and informative talks. At the end of the campaign, a final survey was applied to the population to analyze the impact of the advertising campaign, evidencing learning about the types of sexual harassment and its reporting modalities.

Keywords: *advertising campaign, sexual harassment, complaint, gender-based violence.*

Introducción

Las campañas de publicidad contra el acoso sexual en Colombia buscan prevenir y eliminar los tipos de violencias contra las mujeres, desde la prevención de la violencia de género y su respectivo protocolo. Es necesario remitirse a la Ley 1257 de 2008 del Congreso de la República, que dicta las normas de sensibilización, prevención y sanción de formas de violencia y discriminación, garantizando para todas las mujeres una vida libre de violencia, tanto en el ámbito público como en el privado, en el ejercicio de los derechos reconocidos

para su protección y atención, y la adopción de las políticas públicas necesarias para su realización.

Esta ley indica que se hace necesario desarrollar, formular y aplicar estrategias de comunicación, planes y programas para la prevención, detección y atención de situaciones de acoso, agresión sexual o cualquiera otra forma de violencia contra las mujeres.

Por otro lado, la Directiva Presidencial de Colombia, No. 03 del 8 de marzo de 2022, publicó un protocolo para la prevención y atención de acoso sexual en el cual indica los tipos de acciones disciplinarias y penales en contra del acoso sexual y/o discriminación por razón del sexo en el ámbito laboral, en el marco de la Ley 1010 de 2006, la Ley 734 de 2002, modificado por las Leyes 1952 de 2019 y 2094 de 2021, Ley 1257 de 2008 y Código Penal, por lo cual se hace obligatorio que las entidades del estado implementen y difundan al interior de sus entidades protocolos contra el acoso sexual y/o discriminación por razón del sexo en el ámbito del trabajo.

En razón al concepto de obligatoriedad a nivel nacional, El Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial (CDITI), SENA Dosquebradas, decide implementar una campaña de publicidad sobre la prevención del acoso sexual, para lograr impactar y concienciar a los funcionarios acerca del protocolo de prevención del acoso sexual, y la vez instruir a los aprendices, instructores y administrativos frente a los tipos de acoso sexual, las denuncias y obviamente la ruta de atención, para lograr restituir los derechos de las mujeres del centro frente al apoyo jurídico, psicológico y socio familiar.

Marco conceptual

El acoso sexual es una conducta delictiva en la cual una persona valiéndose de su superioridad manifiesta o relaciones de autoridad o de poder, edad, sexo, posición laboral, social, familiar o económica, acose, persiga, hostigue o asedie física o verbalmente, con fines sexuales no consentidos, a otra persona. (Artículo 210A del Código Penal Colombiano, Ley 1257 de 2008).

Frente al acto delictivo del acoso sexual, se han creado diversos protocolos y campañas de prevención a nivel nacional, como el protocolo de investigación de violencia sexual adoptado por la Fiscalía General de la Nación mediante la Resolución 01774 del 14 de junio de 2016 o la Cartilla ABC de Ministerio del Interior (2018) sobre los tipos de acoso sexual.

Dávila y Chaparro (2021) indican que antes del 2016, ninguna universidad en Colombia contaba con una política o protocolo enfocado en la prevención y sanción de las violencias de género, frente a un panorama actual en el cual las instituciones educativas ya cuentan con un protocolo o están en la construcción de uno.

En el año 2012, se realizó un estudio sobre la discriminación y violencia de género en la Universidad de Caldas, la cual indicó que el 64,6% de las personas encuestadas refirieron haber sido víctimas de estos actos de violencia y discriminación, desde el abuso de autoridad, piropos o gestos obscenos; agresión verbal y agresión psicológica (Moreno Cubillos et al, 2012). El estudio concluye que los motivos por los cuales las víctimas, mayormente no denuncian, se debe al temor a represalias o desconocimiento del procedimiento para denunciar, por lo cual recomienda que la Oficina de Bienestar Universitario desarrolle un programa especial de atención y acompañamiento al momento de denunciar.

La Universidad del Cauca, inició en el 2013, la Campaña en contra del Acoso Sexual, con el objetivo proteger a las mujeres ante la discriminación, casos de violencia y discriminación, así como para promover los derechos y oportunidades. (Universidad del Cauca, 2022). María Cristina Guevara (2013) indicó que:

“Desafortunadamente son muy pocas las estudiantes que se deciden a denunciar. El nivel de denuncia en estos casos es mínimo porque no había claridad sobre la ruta adecuada para dar a conocer esta situación. Ahora que la Universidad

asumió una postura institucional frente al tema del acoso, esta situación dejará de ser tan natural y cosa de chiste. Por ejemplo, los comentarios que escuchamos son que los profesores dicen cosas y se hacen los chistosos, y eso no debe ser entendido como algo natural. Ahora la Universidad manifestó su apoyo a quienes son víctimas de estas violencias”. (Guevara, 2013).

Por otro lado, la Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá, inició en el 2015 con la estrategia Red Voces Javerianas, para acompañar a la comunidad y prevenir violencias y discriminación. (Red Voces Javerianas, 2022). La red ha implementado estrategias de comunicación como una página web, un protocolo y piezas gráficas para difundir las rutas de denuncia.

En el año 2019, el equipo de Distintas Latitudes y 35 periodistas de la Red LATAM de Jóvenes Periodistas analizaron el tema del acoso y la violencia sexual en las universidades de América Latina. En Colombia, se entrevistaron a 30 estudiantes, la mayoría mujeres activas y egresadas de las universidades: Javeriana, UNAL, Uniandes y Urosario, de la cuales el 64% no conoce que existe un protocolo y el 61% ha escuchado al menos un caso sobre acoso sexual y violencia de género, visibilizando carencias en los sistemas de difusión del protocolo. (Distintas Latitudes, 2019).

El Ministerio de Minas y Energía en el año 2021, a través de la iniciativa regional ELSA–Genderlab, (Espacios Laborales Sin Acoso) desarrolló un diagnóstico de percepción del acoso sexual laboral al interior de la entidad, logrando encontrar conductas sexistas y reiterativas de acoso sexual, por lo cual consolidó el Protocolo para la prevención y el manejo del acoso sexual y el acoso basado en género y la orientación sexual en el ámbito laboral. (Minenergía, 2021).

Seguidamente, el Distrito de Bogotá lanzó en el 2022, la campaña “Pilas Ahí”, la cual busca prevenir y luchar contra la violencia sexual en los colegios de Bogotá. La campaña busca generar conciencia en la comunidad escolar sobre los actos de violencia sexual para que puedan denunciarlas a

través de los canales que habilitó el Distrito (Castro Montaña, LA FM, 2022).

En el año 2016, el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) aclaró en un comunicado oficial que fue sujeto de una denuncia por parte de un aprendiz que fue presuntamente objeto de un caso de acoso sexual por parte de un contratista de la Entidad. Por ende, el SENA presentó acciones adelantadas frente al caso del contratista. (SENA, 2016). Seguidamente en el año 2017, la Corte Constitucional le ordenó al SENA realizar un acto público para ofrecer disculpas por sancionar a una víctima de acoso sexual, con una matrícula condicional, después de revisar la tutela que interpuso la mujer contra la Dirección Regional del Servicio Nacional de Aprendizaje en Santander. (El Tiempo, 2017).

Finalmente, en el año 2020, el SENA publicó en la plataforma Compromiso el procedimiento para presentar denuncia por presunto acoso laboral o sexual y en el año 2021 publicó un protocolo contra el acoso laboral y sexual, para los colaboradores de la institución. En el año 2022, nueve estudiantes del Instituto Técnico Ambiental Yopal denunciaron ante la Fiscalía acoso sexual por parte de un instructor de un centro del Sena Regional Casanare, cuya subdirectora retiró al instructor de la institución educativa permitiendo la investigación por parte de la Fiscalía. (Prensa Libre Casanare, 2022).

Con respecto a los casos de acoso sexual, los centros de formación SENA del país realizaron campañas para la prevención del tema en mención, así, en el año 2020, el Centro de Formación en Diseño, Confección y Moda de la Regional Antioquia, lanzó una Campaña de Prevención de Acoso Sexual, con el mensaje: “Miremos de frente al acoso, digámosle: ¡No! No más”. Así mismo, en el año 2022, el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones de la Regional Distrito Capital publicó videos sobre la política de acoso sexual CEET. El Centro Materiales y Ensayos SENA, realizó en el 2022 una Campaña de prevención de las violencias basadas en género

- Ruta de atención, la cual ha sido publicada en su canal de YouTube.

La regional Risaralda realizó campañas preventivas, iniciando el 20 de mayo del 2019, en el Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial, ejecutando charlas denominadas: “Prevención de acoso sexual laboral”, orientada por la ARL Positiva. Se continuo con el tema el 21 de agosto del año 2020, con un conversatorio sobre prevención del acoso laboral y sexual con el psicólogo Óscar Eduardo Ramírez Perdomo, especialista en seguridad y salud en el trabajo. Posteriormente, en el año 2020, se diseñó un procedimiento para presentar el presunto acoso sexual, dirigido a los funcionarios del SENA. En el protocolo, como resultado se generó la necesidad de realizar campañas de sensibilización para la prevención del acoso sexual, para toda la Regional Risaralda.

El año 2022, la Corte Constitucional le ordenó al Sena crear una política de prevención de acoso y ciberacoso, respetando el derecho a la intimidad y confidencialidad, al resolver una tutela generada en septiembre de 2021 por una ciudadana. (Sentencia T-453 de 2022 de la Corte Constitucional, 2022).

Materiales Y Métodos

La campaña de publicidad se llevó a cabo con la participación de aprendices, instructores y administrativos como grupo focal. En primera instancia, se aplicó una encuesta (formulario en línea) con el objetivo de identificar si se reconocían los tipos de acoso sexual, si había presencia de acoso sexual en el centro y si se conocían las rutas de denuncia. En segunda instancia, se analizaron los resultados de la encuesta como datos del briefing publicitario, por lo cual se estableció el objetivo: Informar los tipos de acoso sexual y sus rutas de denuncia en el CDITI. A partir del objetivo se desarrolla la campaña en tres fases siguientes:

Copy strategy o plataforma de comunicación: ¿qué decir?, ¿en función de quién?

Estrategia creativa: ¿cómo decirlo?

Estrategia de medios: ¿a través de qué medios y soportes?

Por medio del copy strategy se identificó en la comunidad educativa del CDITI como población sujeto, llevando el mensaje de la importancia de denunciar el acoso sexual. El argumento pretendía presentar los múltiples casos de acoso sexual existentes que no se denuncian por miedo. El enfoque comunicativo ha sido sensibilizar y generar conciencia frente al acoso. La campaña se desarrolló bajo el nombre: “No más Acoso”. Al finalizar la copy strategy, se elaboraron las piezas gráficas desde una estrategia creativa enfocada en casos de acoso sexual y formas de denuncia.

Se utilizaron afiches digitales, donde se mostraba los tipos de acoso sexual y sus rutas de denuncia, así como videos para redes sociales sobre los tipos de acoso sexual, finalizando con sus rutas de denuncia definidas por la institución. Adicionalmente, se realizaron charlas contra el acoso sexual, para aprendices del centro, donde los participantes presentaban un producto al finalizar la charla como resultado de apropiación del conocimiento.

Se implementó la campaña “No más Acoso”, en la Institución, contra el acoso sexual durante seis meses. Seguidamente, se diligencio una segunda encuesta en el mes de septiembre para evaluar el impacto de la campaña en la comunidad, analizando si esta generó conciencia y un llamado a denunciar cuando estos casos de acoso se presentan. Como productos finales se obtuvieron las piezas gráficas y audiovisuales de la campaña y el presente artículo de investigación.

Resultados Y Discusiones

A partir del mes de marzo del año 2022, se inicia un estudio sobre acoso sexual en el SENA CDITI de Dosquebradas- Risaralda. Se parte con la aplicación de una primera encuesta, en la cual se identificaron los conocimientos previos

de la comunidad, frente a los tipos de acoso y los medios de denuncia a los que los diferentes grupos del CDITI podían recurrir. Dicha encuesta fue aplicada a los aprendices de las fichas a nivel técnico y tecnólogo, a los instructores del centro y a los administrativos en general. En total, 444 personas participaron en la primera encuesta.

La primera encuesta fue diligenciada por 413 aprendices, siendo el 93% de la muestra, seguida de 19 instructores, siendo el 4.3% y 12 administrativos equivalente al 2.7% de la población.

De un total de 444 personas (136 hombres y 308 mujeres) encuestadas, 364 personas afirman no haber sido acosados, sin embargo, comparten posteriormente relatos sobre situaciones incómodas como recibir contacto físico no deseado, comentarios sexuales o incluso han recibido miradas intimidantes por el hecho de una mujer vestir una falda. Esta respuesta indica que los participantes desconocen los tipos de acoso sexual, siendo estos también lenguaje no verbal.

Seguidamente, 80 personas (26 hombres y 54 mujeres) afirman haber sido acosados en el CDITI, lo cual corresponde al 18% de la población. De un total de 19 instructores encuestados, el 74% que corresponde a 14 personas, sufrieron algún tipo de acoso sexual. Finalmente, de un total de 12 administrativos encuestados, 9 mujeres, han confirmado haber sufrir algún acoso de tipo sexual correspondiente a un 75% de esta población.

Las personas que han sido acosadas sexualmente, responden que en su mayoría no han querido denunciar y las personas que han denunciado, lo han hecho por diferentes medios, desde la comunicación con un coordinador hasta la declaración con un instructor, sin radicar la denuncia.

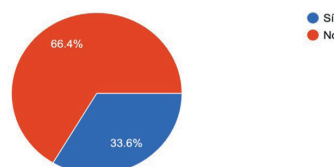
Según el **Figura 1**, el 66.4% de los participantes manifiesta no conocer el procedimiento para denunciar un caso de acoso sexual en el CDITI y el 69.8%, de acuerdo con la **Figura**

2 confirma nunca haber recibido una capacitación presencial o virtual sobre acoso sexual realizadas por la institución

Figura 1

Pregunta encuesta Acoso Sexual en CDITI.

¿Conoces el procedimiento para denunciar un caso de acoso sexual en el CDITI?
444 respuestas

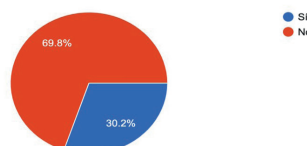


Nota: Estudio de acoso sexual en el CDITI.

Figura 2

Pregunta encuesta Acoso Sexual en CDITI.

¿Has asistido a capacitaciones presenciales o virtuales sobre acoso sexual realizadas por la institución?
444 respuestas



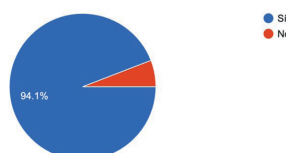
Nota: Estudio de acoso sexual en el CDITI

Por último, el 94.1% considera importante que existan capacitaciones para conocer información sobre el acoso sexual, como lo expone a continuación en la **figura 3**

Figura 3

Pregunta encuesta Acoso Sexual en CDITI.

¿Consideras importante que existan capacitaciones para conocer información sobre el acoso sexual?
444 respuestas



Nota: Estudio de acoso sexual en el CDITI

Los resultados nos invitan a realizar una campaña para informar las rutas de denuncia, lo cual consideran importante, la población participante del estudio. Una vez analizados los resultados se diseñó la campaña de publicidad

desde un enfoque informativo y preventivo, con apoyo de bienestar al aprendiz y los aprendices de Contenidos Digitales. Se crearon piezas gráficas (ver **figura 4 y 5**) y vídeos (ver **figura 6 y 7** de las capturas de los vídeos) sobre situaciones de acoso sexual y sus medios de denuncia, los cuales fueron compartidos por medio de redes sociales y orientados a administrativos, aprendices e instructores. Paralelamente se orientaron talleres creativos contra el acoso sexual, para orientar personalmente a los aprendices en torno a las rutas y formas de acoso sexual.

Figura 4 y 5

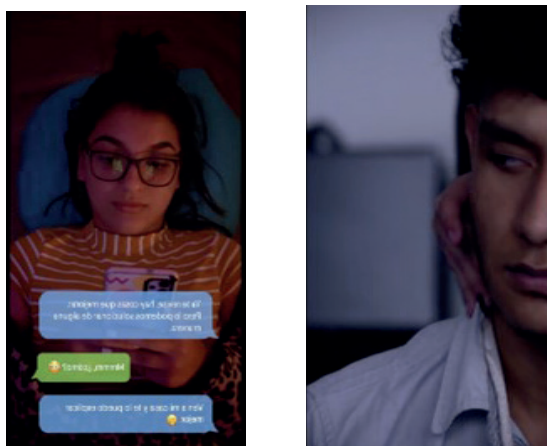
No más acoso sexual.



Nota: Estudio de acoso sexual en el CDITI.

Figura 6 Y 7

Pantallazo del Vídeo : No más acoso sexual.



Nota: Campaña Publicitaria “ No más acoso sexual”.

Al finalizar la campaña de publicidad contra el acoso sexual, en septiembre se midió el impacto de la campaña mediante otra encuesta. En esta ocasión 292 personas participaron, de las cuales 196 personas (67%) responden haber visto la campaña. De acuerdo la **figura 8**, se logró el siguiente impacto frente a las acciones de la campaña: 142 personas responden que han obtenido conocimientos sobre las modalidades de acoso sexual, 107 responden que ahora conocen los medios para denunciar y 127 comprenden la importancia de denunciar estos actos que han sido “naturalizados”. En esta medida, se ha logrado impactar al 67% de la población logrando el objetivo de la campaña al informar los tipos de acoso sexual y sus rutas de denuncia en el CDITI.

Figura 8

Pregunta encuesta Acoso Sexual en CDITI.

¿Qué impacto le generó esta o estas acciones de la campaña de publicidad contra el acoso sexual?

[More Details](#)



Nota: Estudio de acoso sexual en el CDITI

Seguidamente, se obtuvo la información que 30 personas que corresponde al 12 % de encuestados, aceptaron haber sufrido algún tipo de acoso sexual después de la campaña, lo cual indica que la campaña ha cumplido una función informativa, sin embargó los actos delictivos aún son continuos. Frente a los procesos de denuncia, según el **Figura 9**, se analiza que las víctimas en su mayoría no denunciaron por miedo, por desconocimiento del proceso y principalmente porque no lo consideraron relevante, lo cual indica la importancia de continuar con este tipo de campañas para disminuir el miedo o sentimiento de irrelevancia al momento de denunciar esta problemática.

Figura 9

Pregunta encuesta Acoso Sexual en CDITI.

¿Por qué no denunció? (0 point)

[More Details](#)

- Por miedo 5
- Por desconocimiento de las ruta... 5
- Por desconocimiento sobre acos... 4
- Por que lo consideré irrelevante 16



Nota: Estudio de acoso sexual en el CDITI

Por otro lado, solo cinco personas afirman haber denunciado y responden que no tienen conocimiento sobre cómo va el proceso. Finalmente, dos personas de las que han denunciado afirman requerir apoyo psicológico, a lo cual se le indica en los medios publicitarios y en la encuesta a las personas quienes pueden brindarle apoyo psicológico.

Conclusiones Y Recomendaciones.

Durante el estudio, se analiza que la campaña ha informado a los participantes sobre los tipos de acoso sexual y los tipos de denuncia, sin embargo, se observa que aún no denuncian si han sido víctimas de acoso. Las respuestas se basan en tener miedo, porque lo consideran irrelevante y porque desconocen si funciona el proceso de denuncia. En este punto, se recomienda que los procesos jurídicos al interior de la institución sean oportunos en investigar cada caso denunciado e informen a los denunciantes sobre el proceso legal. Por otro lado, es importante que el SENA vele por los derechos de cada víctima, dado lo previsto en el literal K del artículo 8 de la ley 1257 de 2008, en la cual la víctima puede decidir voluntariamente si no desea ser confrontada con el agresor en cualquiera de los espacios de atención y en los procedimientos administrativos, judiciales o de otro tipo.

Frente al miedo y el sentimiento de irrelevancia, se requiere diseñar una nueva campaña donde se implementen charlas sobre empoderamiento de

cada persona y el valor del sujeto. Es significativo que el SENA inicie con talleres sobre como vencer el miedo ante un victimario y como hacer valer sus derechos humanos.

Por otra parte, antes y después de las campañas, los participantes aún continúan buscando apoyo con instructores y coordinadores. En este apartado, se recomienda realizar talleres de sensibilización a los colaboradores del SENA para aprender como orientar a un aprendiz, un administrativo u otro instructor frente un caso de acoso sexual y en el proceso de denuncia. Se insta la necesidad de facilitar acompañamiento a las víctimas de acoso sexual después de haber instaurado la denuncia, desde el apoyo psicológico hasta asesoría jurídica.

Se analiza que el protocolo del SENA para denunciar un caso de acoso sexual contiene información básica sobre su procedimiento para aprendices, generando vacíos y ambigüedad al interior del proceso en el centro. Se recomienda lineamientos claros desde Dirección General para velar por la seguridad y restitución de los derechos de los aprendices y contratistas.

En esta medida, es importante que Dirección General realice una campaña visual para toda la población del SENA y esta sea difundida con detalle en el centro.

Se requiere paralelamente, buscar apoyo de la alcaldía de Dosquebradas, para promover talleres sobre la prevención del acoso sexual. Así mismo, se necesita informar una línea de contacto de la psicóloga del centro o la persona encargada de los casos de acoso sexual. Es necesario instaurar y socializar una ruta clara frente al acoso sexual, realizar seguimiento a cada caso denunciado y ofrecer apoyo jurídico y psicológico a cada presunta víctima.

En conclusión, la campaña “No más Acoso” cumplió una función informativa, por ende se requiere continuar con la creación de nuevas estrategias o campañas de publicidad para empoderar a las personas frente a casos de acoso

sexual, como detener a un acosador y como recibir apoyo al momento de denunciar estos casos, con base en la ley 1257 de 2008.

Referencias Bibliográficas

Castro Montaña, Johan Andrés (2022). Nueva campaña del Distrito para prevenir la violencia sexual en colegios de Bogotá. Lafm. Recuperado de: <https://www.lafm.com.co/bogota/nueva-campana-del-distrito-para-prevenir-la-violencia-sexual-en-colegios-de-bogota>

Dávila Contreras, María Ximena y Chaparro González., Nina. (2021). ACOSO SEXUAL, UNIVERSIDADES Y FUTUROS POSIBLES. Enunciaciones críticas sobre las conductas, los lugares y las soluciones. Bogotá: Editorial Dejusticia 2021.

Distintas Latitudes. (2019). Los pasos de las universidades colombianas contra la violencia de género. Recuperado de: <https://pasoenlau.distintaslatitudes.net/colombia-protocolos/>

Directiva Presidencial de Colombia, no. 03 del 8 de marzo de 2022. (2022) Recuperado de: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=180886#:~:text=FECHA%3A%208%20DE%20MARZO%20DE%202022&text=En%20un%20plazo%20no%20mayor,en%20el%20%C3%A1mbito%20del%20trabajo.>

Fiscalía General de la Nación. (2016). Protocolo De Investigación De Violencia Sexual - Guía de buenas prácticas y lineamientos para la investigación penal y judicialización de delitos de violencia sexual. Recuperado de: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/wp-content/uploads/Protocolo-de-investigacio%CC%81n-de-violencia-sexual-cambios-aceptados-final.pdf>

Ley 1257 de 2008 del Congreso de la República. (2008). Recuperado de https://www.oas.org/dil/esp/ley_1257_de_2008_colombia.pdf

Ministerio de Minas y Energía en el año (2021). el Protocolo para la prevención y el manejo del acoso sexual y el acoso basado en género y la orientación sexual en el ámbito laboral. Recuperado de: https://www.minenergia.gov.co/documents/9283/Protocolo_-_Espacios_Libres_de_Acoso.pdf

Moreno Cubillos, Carmen Leonor, Restrepo Rendón, Luisa Fernanda y Sepúlveda Gallego, Luz Elena. (2012). DISCRIMINACIÓN Y VIOLENCIA DE GÉNERO EN LA UNIVERSIDAD DE CALDAS. Recuperado de: <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/hacialapromociondelasalud/article/view/2023>

Periódico el Tiempo (2017). Sena debe disculparse con estudiante que denunció acoso sexual. Recuperado de: <https://www.eltiempo.com/justicia/cortes/sena-debe-disculparse-con-estudiante-que-denuncio-acoso-sexual-49468>

Prensa Libre Casanaré. (2022). Instructor del Sena acosaba a niñas de colegio en Yopal Instructor del Sena acosaba a niñas de colegio en Yopal. Recuperado de: <https://prensalibrecazanare.com/judicial/44805-instructor-del-sena-acosaba-a-nisas-de-colegio-en-yopal.html>

Revista Semana. (2023). Ordenan al Sena crear política de prevención de acoso y ciberacoso tras el dramático caso de una estudiante. Esta es la historia Recuperado de:

<https://www.semana.com/nacion/articulo/ordenan-al-sena-crear-politica-de-prevencion-de-acoso-y-ciberacoso-tras-el-dramatico-caso-de-una-estudiante-esta-es-la-historia/202315/>

Servicio Nacional de Aprendizaje. (2016). Aclaración sobre actuación del SENA

frente a presunto caso de acoso sexual. Recuperado de <https://www.sena.edu.co/es-co/Noticias/Paginas/noticia.aspx?IdNoticia=1662>

Servicio Nacional de Aprendizaje. (2020). Procedimientos Para Presentar Presunto Acoso Laboral. Recuperado de : <http://compromiso.sena.edu.co/mapa/descarga.php?id=3126>

Servicio Nacional de Aprendizaje.(2021). Protocolo acoso laboal y sexual. Recuperado de :<http://compromiso.sena.edu.co/mapa/descarga.php?id=1460>

Universidad del Cauca. (2013).Unicauca se compromete a prevenir el acoso sexual. Recuperado de : <https://www.unicauca.edu.co/versionP/noticias/universidad/unicauca-se-compromete-prevenir-el-acoso-sexual>



Clasificación Automática De Defectos De Paneles Solares
Aplicando Aprendizaje De Máquina.

Automatic Classification For Defects Of Photovoltaic Solar
Cells Using Machine Learning.

Robinson Castillo Méndez
Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones, SENA,
Regional Distrito Capital.
rcastillo48@misena.edu.co

Resumen

Este trabajo presenta el avance realizado en el desarrollo e implementación de una interfaz para la detección automática de defectos en paneles solares fotovoltaicos, aplicando aprendizaje de máquina, proyecto ejecutado en el Centro de Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones, con el objetivo de contribuir con el mejoramiento del proceso de verificación de defectos de los paneles solares a los que se les realiza el ensayo de Electroluminiscencia (EL) en el Laboratorio de Ensayos de Paneles Solares (LEPS). Se presentan definiciones y aspectos básicos de Machine Learning (ML), los principales defectos de los paneles solares que pueden identificarse en las imágenes EL, una descripción de alto nivel de la solución propuesta a nivel de diseño y principales resultados de validación en la inspección a partir de un dataset de entrenamiento y pruebas.

Palabras clave: *Aprendizaje de máquina; Aprendizaje supervisado; Clasificador; Defectos en paneles solares fotovoltaicos; Imágenes de Electroluminiscencia.*

Abstract

This document outlines the advancements achieved in the development and implementation of an interface for automated defect detection in photovoltaic solar panels. The project, conducted at the Electricity, Electronics, and Telecommunications Center, aims to enhance the defect verification process of solar panels undergoing the Electroluminescence (EL) test at the Solar Panel Testing Laboratory (LEPS). The text covers fundamental concepts and aspects of Machine Learning (ML), highlights key defects identifiable in EL images of solar panels, provides

a high-level description of the proposed design solution, and presents significant validation results obtained from training and testing datasets.

Key words: *Machine learning; Supervised learning; Classifier; Photovoltaic solar panel defects; Electroluminescence images.*

Introducción

El aprendizaje de máquina (Machine Learning) es una rama de la inteligencia artificial que funciona gracias a la acción de algoritmos que trabajan con los datos que una máquina recibe constantemente, mejorando su desempeño, adquiriendo nuevos conocimientos o habilidades, o reorganizando los conocimientos o habilidades existentes; pretende que los sistemas aprendan partiendo de los datos suministrados, identifiquen patrones y tomen decisiones sin necesidad de una participación humana. Entre las soluciones relacionadas con la Industria 4.0 con más futuro, se encuentra la combinación entre la Inteligencia Artificial y el Machine Learning (ML).

Los sistemas basados en paneles fotovoltaicos son cada vez más interesantes a medida que el desarrollo tecnológico ha logrado aumentar aún más su eficiencia de conversión. En comparación con otros sistemas utilizados para la generación de electricidad, los paneles solares están diseñados para operar en ambientes exteriores; en ocasiones presentan daños, o una eficiencia reducida (Haba, 2019).

El desarrollo de este trabajo pretende lograr la implementación de un sistema que detecte y clasifique automáticamente defectos de paneles solares, optimizando la velocidad y la fiabilidad de las inspecciones visuales que se realizan durante el ensayo de electroluminiscencia en el Laboratorio de Ensayos de Paneles Solares, eliminando factores humanos como la fatiga y los sesgos propios, así como dejar de identificar defectos que puedan ser imperceptibles por el ojo humano durante el análisis de las imágenes obtenidas en el ensayo aplicado. El alcance planteado en este

documento llega hasta la descripción del diseño de alto nivel y pruebas a partir de un dataset destinado a test de la solución propuesta.

Antecedente

El Laboratorio de Ensayos de Paneles Solares - LEPS, cuenta con un equipo de Electroluminiscencia (EL) para inspeccionar los paneles solares, durante el ensayo se realiza la captura de imágenes del panel que se ha inspeccionado, quedando almacenadas en disco duro para su posterior análisis; sin embargo, la verificación de defectos de los paneles solares debe realizarse de manera manual por el laboratorista encargado, haciéndolo un proceso ineficiente en términos de tiempo, y susceptible a errores debido a factores humanos como la fatiga y los sesgos propios, así como por la no observación de posibles defectos imperceptibles por el ojo humano durante el análisis.

Se ha planteado la ejecución de un proyecto, el cual propone el desarrollo e implementación de una interfaz de usuario, que permita realizar la detección automática de defectos en los paneles solares fotovoltaicos sometidos al ensayo de electroluminiscencia realizado en el Laboratorio LEPS, aplicando algoritmos de aprendizaje de máquina y aprendizaje supervisado.

Metodología

Para el alcance planteado en este documento, el cual llega hasta la descripción del diseño de alto nivel de la solución propuesta, se ha abordado la siguiente metodología:

Apropiación de fundamentos en Machine Learning, Electroluminiscencia y defectos de los paneles solares fotovoltaicos: mediante búsqueda en fuentes especializadas de información, determinar y comprender los componentes, aplicaciones y características fundamentales en

Machine Learning, Electroluminiscencia y defectos de los paneles solares fotovoltaicos.

Caracterización parámetros de calidad y defectos de paneles solares fotovoltaicos: mediante una búsqueda especializada, se establecen las características mínimas de calidad que debe presentar un panel solar fotovoltaico que se pretenda usar en aplicaciones prácticas a nivel industrial, y que deben ser necesarias para su certificación e ingreso al mercado y, los principales defectos que presentan dichos paneles.

Creación de base de imágenes: conociendo los parámetros de calidad que deben satisfacer los paneles solares fotovoltaicos, establecer una base de imágenes que contenga descripciones de paneles en buen estado y certificables, así como de paneles con los principales defectos, logrando así la creación de la base de aprendizaje y clasificación para la interfaz a desarrollar.

Especificación del sistema para identificación y clasificación de defectos de paneles solares: se caracteriza el sistema y se definen los requerimientos de diseño de este. En esta etapa se plantea también determinar la herramienta de desarrollo en la cual se creará y bajo la cual operará la interfaz que clasificará los paneles probados en el laboratorio LEPS en el ensayo de Electroluminiscencia.

Diseño y simulación del sistema: una vez especificado el sistema en función de los requerimientos de diseño y de los parámetros de calidad que deben satisfacer los paneles solares fotovoltaicos, se realiza el diseño y simulación de la aplicación propuesta.

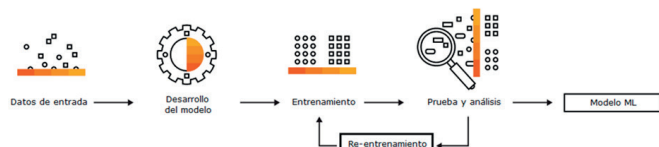
Generalidades Machine Learning

De forma muy general, puede definirse Machine Learning como un tipo de Inteligencia Artificial que desarrolla técnicas que permiten a máquinas tomar decisiones. Machine Learning (también

llamado Aprendizaje Automático) se define como un proceso automatizado que extrae patrones de los datos. Para construir los modelos utilizados en las aplicaciones de análisis predictivo de datos, se utiliza el aprendizaje automático supervisado (Kelleher et al., 2015).

Figura 1

Funcionamiento general Machine Learning.



Fuente. (SAP Insights, 2022).

Los algoritmos de Machine Learning funcionan buscando a través de un conjunto de posibles modelos de predicción el modelo que captura mejor la relación entre las características descriptivas y la característica de destino en un conjunto de datos. (**Figura 1**).

El aprendizaje automático no es un conjunto concreto de algoritmos utilizados en todos los ámbitos. Dependiendo de lo que intente lograr, se pueden usar diferentes tecnologías y diferentes algoritmos. A medida que los algoritmos incorporan datos de entrenamiento, es posible producir modelos más precisos basados en esos datos. En general, en ML e Inteligencia Artificial cuando se encuentra en un entorno controlado, en esta fase se introducen una gran cantidad de datos y sus respectivos resultados con los que se podrá crear relaciones entre ideas (Aprendizaje Supervisado). El aprendizaje supervisado generalmente comienza con un conjunto establecido de datos y una cierta comprensión de cómo se clasifican esos datos. El aprendizaje supervisado está destinado a encontrar patrones en los datos que se pueden aplicar a un proceso de análisis. Estos datos tienen características etiquetadas que definen el significado de los datos (Hurwitz & Kirsch, 2018).

El aprendizaje supervisado usa datos etiquetados por humanos y se usa comúnmente cuando los datos pueden predecir eventos probables. En otras palabras, es una entrada cuando se conoce la salida deseada. El algoritmo aprende un conjunto de entradas junto con las salidas correctas correspondientes y aprende comparando su salida real con las salidas correctas para encontrar errores. Una vez que encuentra los errores, puede modificar el modelo en consecuencia.

Existen dos tipos principales de aprendizaje supervisado; clasificación y regresión. La clasificación es el lugar donde se entrena a un algoritmo para clasificar los datos de entrada en variables discretas. Durante el entrenamiento, los algoritmos reciben datos de entrada de entrenamiento con una etiqueta de clasificación. La regresión es un método de aprendizaje supervisado en el que se entrena a un algoritmo para predecir una salida a partir de un rango continuo de valores posibles.

Clasificadores.

La clasificación es un enfoque de aprendizaje supervisado, que puede interpretarse como un medio de categorización (o clasificación) de algunos elementos desconocidos en un conjunto discreto de clases. Un clasificador es un algoritmo que recibiendo como entrada cierta información de un objeto, es capaz indicar la categoría o clase a la que pertenece de entre un número acotado de clases posibles (Gavilan, 2017). Antes de aplicar un método de clasificación, debe realizarse una partición del conjunto de datos en dos conjuntos de datos más pequeños que serán utilizadas con entrenamiento y test. El subconjunto de datos de entrenamiento es utilizado para estimar los parámetros del modelo y el subconjunto de datos de test se emplea para comprobar el comportamiento del modelo estimado.

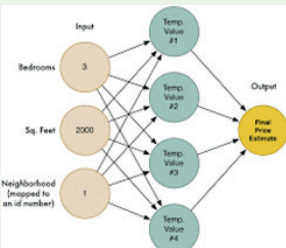
Un clasificador basado en Machine Learning funciona en dos fases: primero es entrenado, recibe una gran cantidad de datos de ejemplo y

su clasificación correcta, de forma que se pueden ajustar los parámetros del algoritmo para un funcionamiento óptimo. Cuando ya está entrenado recibe unos datos de entrada y da la clasificación

correspondiente como salida (Gavilan, 2017). Algunos de los principales clasificadores usados en Machine Learning se muestran a continuación:

Tabla 1
Principales clasificadores en ML.

CLASIFICADOR	DESCRIPCIÓN	IMAGEN TOPOLOGÍA
Árbol de decisión	Corresponde a una estructura donde en cada nodo se hace una pregunta y, en función de la respuesta, se sigue hacia un nodo u otro. La respuesta final es la categoría buscada.	
Bosques Aleatorios	Corresponde a una colección de árboles de decisión entrenados cada uno con un subconjunto de los datos disponibles y que se ocupan sólo de un subconjunto de las características. La decisión final se toma como una media de las decisiones individuales de los árboles.	
Grupo de Clasificadores	Se toman varios clasificadores (árboles de decisión o no), se entrenan bajo condiciones diferentes, y sus resultados se agregan de alguna forma. La idea subyacente es que cada clasificador es muy bueno en algo y los diferentes clasificadores son bastante independientes, de forma que se espera que la agregación sea una buena clasificación.	
Máquinas de Vectores de Soporte	Asumen que se puede establecer fronteras lineales en el espacio total de valores posibles de forma que, dependiendo de dónde se encuentre un conjunto de datos concreto, estará a alguno de los lados de la frontera, lo que lleva a su clasificación según el lado en que se encuentre. Asumen una separabilidad lineal (las fronteras vienen dadas por ecuaciones lineales).	
Naive Bayes	Corresponde a una aplicación simplificada de la estadística bayesiana en que, se parte de unos valores iniciales de confianza en una clasificación y, durante el entrenamiento se van ajustando.	

CLASIFICADOR	DESCRIPCIÓN	IMAGEN TOPOLOGÍA
Redes Neuronales	A partir de un conjunto de nodos estructurados en capas, se obtiene una salida en función de sus entradas y la aplicación de unos pesos. Estos pesos se ajustan durante el entrenamiento, y es la forma en que aprenden. Las redes neuronales son en general buenas cuando se trata de clasificar con base en muchas características.	

Fuente. (Gavilan, 2017).

Principales Defectos De Los Paneles Solares Fotovoltaicos.

Las celdas solares pueden presentar defectos característicos, tales como microgrietas, dedos rotos, contactos defectuosos entre celdas, celdas con fisuras o celdas rotas, los cuales no son perceptibles a simple vista. En este caso, la prueba de electroluminiscencia proporciona información de los defectos que se encuentran en las celdas solares bajo análisis, las cuales conforman el panel solar fotovoltaico (Salazar-Peralta et al., 2018).

Las celdas solares están sujetas a procesos de fabricación muy duros, que incluyen el corte de obleas, los procesos incrustación, y los procedimientos de soldadura y laminación. Las celdas solares fotovoltaicas son más susceptibles a las grietas y microgrietas, generalmente no visibles a simple vista, cuya propagación puede quitar más del 10% del área de esa celda del circuito eléctrico del módulo. Las grietas en las celdas se pueden clasificar en las siguientes clases, según su efecto sobre el rendimiento del generador fotovoltaico (Ahmad et al., 2019):

Las grietas de modo A no conducen a partes de celda inactivas. Sin embargo, el envejecimiento y la exposición a las tensiones ambientales en el campo pueden causar la separación eléctrica completa de las partes de la celda.

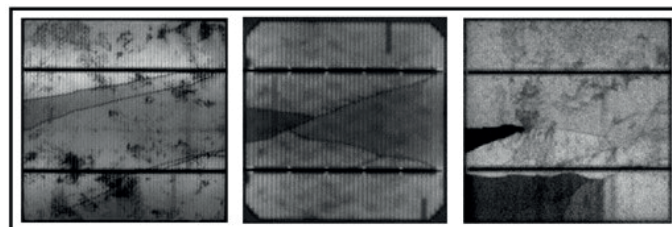
Las grietas de modo B representan grietas que producen un efecto mínimo en la eficiencia eléctrica del módulo.

En las grietas de modo C, las grietas conducen a partes de celda inactivas. Estos tienen un efecto severo en el sistema eléctrico y propiedades del módulo, lo que lleva a la formación de puntos críticos.

En las primeras etapas de su desarrollo, estas grietas no se pueden ver con inspección visual (grietas de modo A). Con el paso del tiempo, estas grietas se ensanchan y se vuelven visibles. Sin embargo, la mejor manera de ver la existencia de la grieta o microgrieta y el desarrollo de partes inactivas de la celda es a través de pruebas EL que resaltan el contraste entre las grietas (áreas oscuras) y el fondo circundante (Ver **Figura 2**).

Figura 2

Principales defectos paneles solares; grietas y microgrietas.



Fuente. (Köntges et al., 2014).

Dislocaciones de cristal, manchas, dedos cortados (interrupciones de los dedos) son otros de los defectos más comunes identificables mediante las imágenes EL.

Resultados Y Discusión

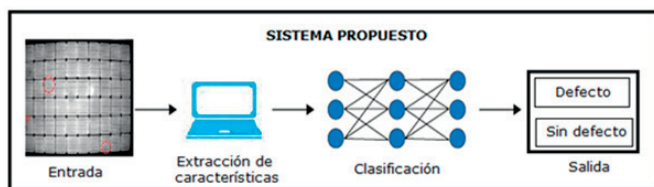
A continuación, se presenta el avance en el desarrollo e implementación de la interfaz para la detección automática de defectos en paneles solares fotovoltaicos, el cual, corresponde al diseño general del sistema, software de la interfaz y pruebas de validación del modelo entrenado.

Diseño General Del Sistema.

El sistema contempla los cuatro bloques fundamentales de un clasificador que incorpora aprendizaje de máquina mostrados en la siguiente figura:

Figura 3

Bloques generales del sistema.



Fuente. Elaboración propia.

El sistema se realiza a partir de imágenes de electroluminiscencia (EL) de las obleas individuales de paneles solares monocristalinos y policristalinos, clasifica los siguientes defectos más comunes identificables a partir de una imagen EL:

- Fractura (Crack)
- Microfisura (Microcrack)
- Manchas
- Dedos cortados
- Dislocación del cristal (Policristalinos)

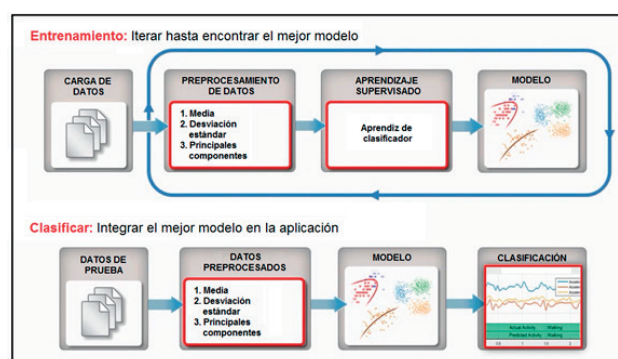
Así mismo, está en capacidad de identificar si se encuentra en buen estado para ambos casos: monocristalino y policristalino.

La extracción de características se realiza a partir de árbol de decisiones en primera instancia, se evaluarán y simularán otros métodos seleccionando finalmente el que mejores resultados presente en las simulaciones. La clasificación se realiza implementando una red neuronal.

El diseño y desarrollo del sistema consta de dos grandes etapas: entrenamiento basado en iteraciones hasta identificar el modelo ML de mejor desempeño; y la clasificación, la cual integra el modelo determinado en la solución, como lo muestra la siguiente figura:

Figura 4

Determinación del modelo ML.



Fuente. Elaboración propia basado en MathWorks®.

A un alto nivel, el diseño del sistema consta de ocho bloques básicos. El primer bloque del sistema se encarga de acceder a la información (esto es imagen EL capturada) y acondicionarla. A continuación, se realiza la extracción de características y una vez conformado el vector de entrada, durante la etapa de desarrollo, esta información se usará para el entrenamiento mediante aprendizaje supervisado, eso permitirá determinar las capas y pesos requeridos para la red neuronal convolucional, la cual clasifica la imagen si corresponde con alguna de los defectos comunes entrenados. Desde el punto de vista de interfaz de usuario, se despliega la información

correspondiente a la salida del sistema, lo cual equivale a indicar si se trata de un panel defectuosos o no, y el tipo de defecto identificado (ver Figura 5).

Figura 5

Interfaz de usuario.

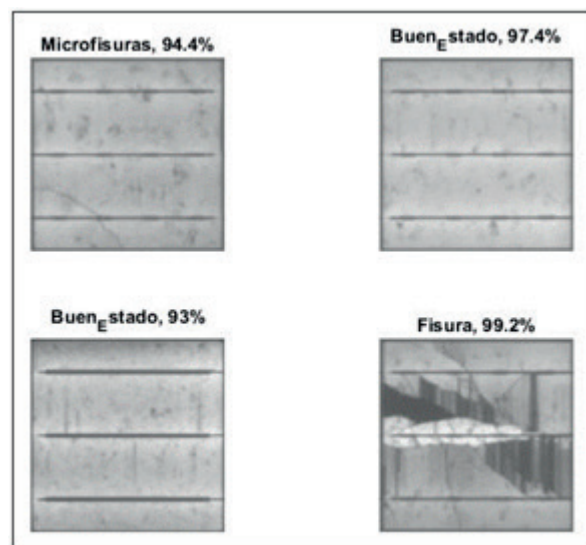
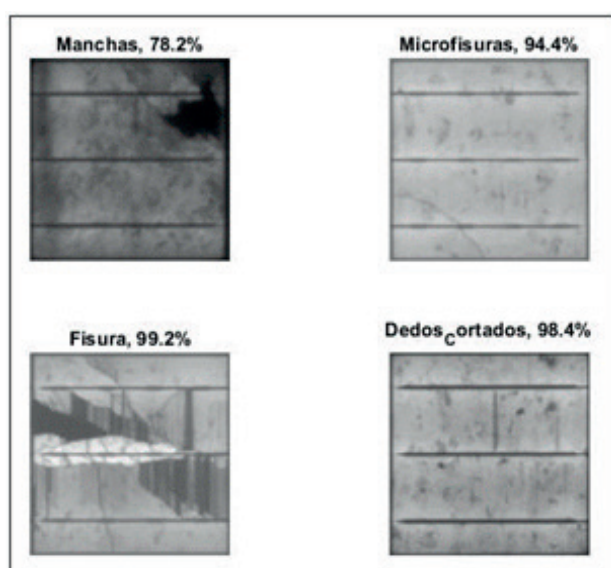


Fuente. Elaboración propia.

Las pruebas de validación del sistema a partir de la base de aprendizaje y de pruebas del dataset mostraron los siguientes niveles de efectividad en la inspección y clasificación de defectos:

Figura 6

Resultados obtenidos en etapa de validación del sistema.



Fuente. Elaboración propia.

La **Figura 6** muestra algunos resultados de una validación aleatoria de imágenes de un dataset destinado a pruebas, estos porcentajes de precisión guardan coherencia con los resultados de precisión de validación obtenidos durante el proceso de entrenamiento de la red neuronal en la cual se basa el clasificador y el sistema desarrollado, cuyo valor fue del 90%. De estas pruebas, se encuentra que la identificación del defecto “Manchas” es el que puede llegar a tener un menor nivel de precisión al momento de realizar la inspección.

Se trata de un primer ciclo de diseño, desarrollo y entrenamiento, se han obtenido resultados importantes en cuanto a precisión de identificación del tipo de defecto en entorno controlado. Dentro de los pasos a seguir, será validar el funcionamiento y precisión del sistema en ambiente real y, a partir de los resultados obtenidos, generar las mejoras que se identifiquen a nivel de clasificación, rendimiento de la red neuronal y de interfaz gráfica para una implementación final y totalmente funcional.

Conclusiones

El aprendizaje de máquina (Machine Learning) tiene amplia aplicación en diferentes procesos y

en diferentes áreas, se define como un proceso automatizado que extrae patrones de los datos; es un subcampo importante de la Inteligencia Artificial, tecnología de gran importancia dentro de la Industria 4.0, por esto, es relevante para el Centro de Formación y el Grupo de Investigación GICS generar capacidades internas que le permitan cerrar brechas de conocimiento en estas tecnologías.

En Machine Learning existen varios tipos de aprendizaje, para el caso del trabajo presentado, se ha empleado el aprendizaje supervisado, el cual, generalmente comienza con un conjunto establecido de datos y una cierta comprensión de cómo se clasifican esos datos. El aprendizaje supervisado está destinado a encontrar patrones en los datos que se pueden aplicar a un proceso de análisis. Existen dos tipos principales de aprendizaje supervisado; clasificación y regresión. La clasificación es el lugar donde se entrena a un algoritmo para clasificar los datos de entrada en variables discretas.

La clasificación es un enfoque de aprendizaje supervisado, que puede interpretarse como un medio de categorización (o clasificación) de algunos elementos desconocidos en un conjunto discreto de clases. Un clasificador es un algoritmo que recibiendo como entrada cierta información de un objeto, es capaz indicar la categoría o clase a la que pertenece de entre un número acotado de clases posibles. El desarrollo de este trabajo está orientado al diseño de un clasificador de defectos de paneles solares fotovoltaicos a partir de imágenes de electroluminiscencia.

Las grietas y microgrietas (fisuras y microfisuras) son los defectos más comunes de los paneles solares fotovoltaicos, sin embargo, existen otro tipo de defectos como dislocaciones de cristal, manchas, dedos cortados (interrupciones de los dedos), que sin ser todos los posibles defectos que pueden llegar a tener los paneles solares, son los contemplados dentro del alcance del diseño presentado.

Referencias Bibliográficas

- Ahmad, J., Ciocia, A., Fichera, S., Murtaza, A. F., & Spertino, F. (2019). *Detection of typical defects in silicon photovoltaic modules and application for plants with distributed MPPT configuration*. *Energies*, 12, 1–26. <https://doi.org/10.3390/en12234547>
- Gavilan, I. (2017). *Clasificadores: el encuentro entre Data Science, Machine Learning y Redes Neuronales*. *Clasificadores: El Encuentro Entre Data Science, Machine Learning y Redes Neuronales*. <http://bluechip.ignaciogavilan.com/2017/06/clasificadores-el-encuentro-entre-data.html#.YZ0Pe9DMLIU>
- Haba, C. G. (2019). *Monitoring Solar Panels using Machine Learning Techniques*. *Proceedings of 2019 8th International Conference on Modern Power Systems, MPS 2019*. <https://doi.org/10.1109/MPS.2019.8759651>
- Hurwitz, J., & Kirsch, D. (2018). *Machine Learning*. In *Journal of the American Society for Information Science* (Vol. 35, Issue 5). John Wiley & Sons, Inc.
- Kelleher, J. D., Mac Namee, B., & D'Arcy, A. (2015). *Fundamentals of Machine Learning for Predictive Data Analytics* (T. M. Press, Ed.). The MIT Press.
- Köntges, M., Kurtz, S., Packard, C. E., Jahn, U., Berger, K., Kato, K., Friesen, T., Liu, H., & Van Iseghem, M. (2014). *Review of failures of photovoltaic modules*. In *IEA-Photovoltaic Power Systems Programme*. International Energy Agency.
- Salazar-Peralta, A., Pichardo-Salazar, A., Pichardo-Salazar, U., & Chavez, R. H. (2018). *Estudio para detección de defectos en Paneles Solares por medio de la Técnica de Electroluminiscencia*. *Revista de Ingeniería Eléctrica*, 2(5), 1–9.

SAP Insights. (2022). ¿Qué es machine learning? ¿Qué Es Machine Learning? - Definición, Tipos y Ejemplos. <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-machine-learning.html>



Proceso de Ensamble de Paneles Solares
Fotovoltaicos Mediante la Metodologia TRIZ.

Photovoltaic solar panel assembly process
using TRIZ methodology.

Sonia Rocio Cujaban Montaña
SENA-CIMM-Grupo de investigación, innovación y conocimiento
aplicado de Boyacá (GICAB)
srcujaban@misena.edu.co

Nancy Maribel Sierra Lopez
SENA-CIMM-Grupo de investigación, innovación y conocimiento
aplicado de Boyacá (GICAB)
nmsierra@sena.edu.co

Resumen

Los paneles solares fotovoltaicos son cada vez más utilizados para generar electricidad, y sus características pueden cambiar con el tiempo, dependiendo de factores como la contaminación, el clima y la agresividad del medio ambiente en el que se instalan; el alcance del estudio está limitado a un horno laminador de vidrio, en el que se evalúan el vacío y temperatura el cual adapta el principio de la bolsa de vacío, este puede juntar vidrio con película EVA (etil Vinil Acetato) deritiéndola a través de vacío y temperatura sobre el vidrio para hacer vidrio laminado, se lleva a cabo el proceso paso a paso, donde se describe el proceso de laminación y la funcionalidad de los paneles, por medio de la metodología TRIZ, donde se implemente las nuevas tecnologías, materiales o procesos, que permitan identificar los tiempos y los costos

Palabras clave: Medición, TRIZ, adaptabilidad, paneles solares, vacío, EVA

Abstrac

Solar photovoltaic panels are increasingly being used to generate electricity, and their characteristics can change over time depending on factors such as pollution, climate, and the aggressiveness of the environment in which they are installed. The scope of the study is limited to a glass laminating oven, in which vacuum and temperature are evaluated, which adapts the principle of the vacuum bag. This can join glass with EVA (ethyl vinyl acetate) film by melting it through vacuum and temperature on the glass to

make laminated glass. The process is carried out step by step, describing the lamination process and the functionality of the panels, through the TRIZ methodology, which implements new technologies, materials, or processes that allow the identification of times and costs.

Keywords: Measurement, TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving), adaptability, solar panels, vacuum, EVA (Ethyl vinyl acetate)

Introducción

El uso de energías alternativas o renovables se ha venido implementando en todos los campos tanto industriales, desarrolló arquitectónico, vehículos eléctricos (LAZO VIRI, 2019), entre muchos más. Estas fuentes de energía renovables son aquellas que se generan continuamente o llegan a la tierra y parecen ser inagotables en el tiempo, siendo la solar fotovoltaica, eólica, geotérmica e hidroeléctrica las más utilizadas, estas son respetuosas con el medio ambiente ya que no emiten gases contaminantes, por lo que reducen el efecto invernadero y son alternativas limpias para la producción de energía.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía que convierte la radiación solar en electricidad. Esto se logra aprovechando las propiedades del material semiconductor incrustado en el panel solar (silicio). Cuando la luz del sol incide sobre el panel, produce corriente y generalmente se utiliza como fuente de energía (LAZO VIRI, 2019).

En el desarrollo de la investigación se llevó a cabo la caracterización de los paneles solares fotovoltaicos, los materiales que lo componen, funcionamiento eléctrico y proceso de ensamble y laminación, esto con el fin de que una empresa de la región innovara en el uso de energías renovables, para esto se pretende hacer uso de un horno laminador con el que cuentan actualmente. Este equipo ha sido utilizado para laminar vidrio con

distintos materiales como telas, vinilos, entre otros, lo que brinda la posibilidad de laminar celdas solares y fabricar módulos fotovoltaicos (Martínez Juárez, 2021)

La teoría de la solución de problemas de inventivos (TRIZ, por sus siglas en ruso) fue desarrollada por Genrich Altshuller y sus colegas en la ex Urss a comienzos de 1946 y actualmente se desarrolla y practica en todo el mundo. (Foster, J. 1999).

Según Terninko (Terninko et al., 1998), esta metodología no está basada en psicología, pero sí en tecnología; toda invención o descubrimiento es registrado en el mundo como una patente. Altshuller estudió más de 200 mil patentes buscando cómo fueron resueltos los problemas inventivos y concluyó que solo 40 mil tenían soluciones algo inventivas; el resto solamente eran mejoras directas. Una recategorización de estas soluciones demostró que muchos de los problemas habían sido resueltos mediante la aplicación de solo cuarenta principios fundamentales de inventiva. (Córdova & Administración, 2008)

Metodología

En el presente artículo se presenta mediante la metodología TRIZ que según (Lerner, 2012) es una poderosa metodología que aprovecha el proceso de pensamiento sistemática. Está basada en el conocimiento y las experiencias de las mentes más ilustres de la historia, y nos brinda una serie de herramientas que permiten llegar a soluciones innovadoras, crear nuevos productos e incrementar nuestra habilidad creativa.

En el proceso de establecen las siguientes fases:

Análisis: donde se realiza la investigación de trabajos relacionados con la construcción de paneles solares e identificar los procesos y materiales utilizados en cada etapa y resaltar cuales están relacionados con la construcción.

Elaboración de pruebas: en esta etapa los participantes del proyecto conocen los pasos para fabricar paneles solares utilizando un horno de laminación de vidrio, determinan los materiales, disponen al inicio del proceso de corte para vidrio cada uno a su tamaño, y conductores de celdas.

Caracterización: prototipo implementando la metodología TRIZ donde se puede apoyar de otras herramientas que se utilizan con frecuencia como idealidad/IFR, matriz de contradicciones, patrones de evolución técnica, análisis de funciones y análisis de campos (LLevbare et al., 2013). En este estudio se un análisis sistémico del problema, que a su vez es un insumo para el uso de la matriz de contradicciones, donde se mida las propiedades que caracterizan a los paneles solares, así como su adaptabilidad a diferentes condiciones de operación, como producto se estandariza el proceso de elaboración de paneles solares, así como sus posibles usos en ambientes reales, pudiéndose integrar como cubiertas principalmente o incluso como ventanales. Por otra parte, se realiza un análisis de costos para determinar la viabilidad comercial del panel, como se observa en la **figura 1**

Figura 1

Fases del proceso TRIZ.



Nota: Metodología para paneles solares. Elaboración propia.

Proceso de Laminación

En el proceso para el ensamble manual y laminación de los módulos fotovoltaicos, se hace uso de celdas solares monocristalinas y policristalinas, se inicia con la verificación de estas para comprobar que no tengan fracturas o manchas, que la línea de conexión no se encuentre oxidada o desgastadas, para realizar este procedimiento se necesario la utilización de guantes tipo látex para no dejar manchas de

huellas en estas, además del manejo ya que estas son frágiles. El proceso de soldadura **Figura 2** se realiza con cautín, este tiene una temperatura ente los 410°C y 420°C siendo la más óptima para que el estaño con el que está recubierto el conector eléctrico se funda y se soldé con facilidad a la celda, además de la utilización de flux pensil el cual se aplica sobre la celda antes de soldar el conector. Se inicia soldando las celdas por una de las caras para después realizar la conexión en serie la cual se realiza soldando la cara negativa (color azul) con la cara positiva (color gris). Ver **figura 3**

Figura 2

Proceso de soldadura por una de las caras de la celda.



Nota: Elaboración propia.

Figura 3

Proceso de soldadura para interconectarlas.

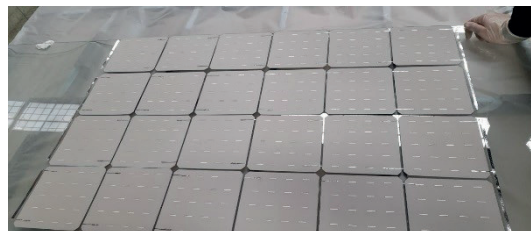


Nota: Elaboración propia.

Se debe tener en cuenta que la soldadura tiene que ser uniforme, ya que si presenta grumos esto podría ocasionar que las celdas se rompan. Una vez se soldaron las celdas se forma el módulo con el número de celdas requeridas, según **figuras 4 a 7**

Figura 4

Módulo de 12 V



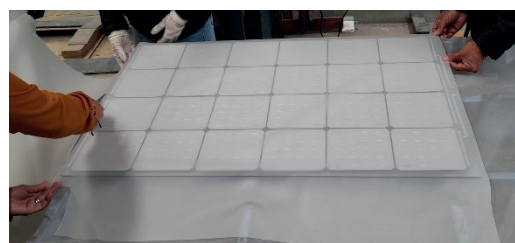
Nota: Elaboración propia.

Una vez listo se procede a realizar el proceso de laminación el cual es fundamental y donde se evalúa si el horno a utilizar es el adecuado puesto que se debe tener en cuenta el perfecto laminado el cual se evalúa según pruebas de curado y adherencia las cuales determinan su garantía al momento de comercializarlos, además de que no queden burbujas

Figura 5

Ensamble del panel

(colocación de la segunda capa de EVA)



Nota: Elaboración propia.

Figura 6

Ensamble del panel

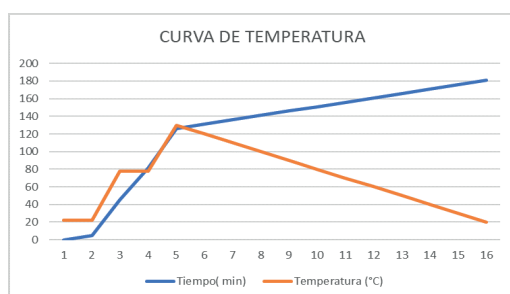
(colocación de la primera capa de EVA + vidrio)



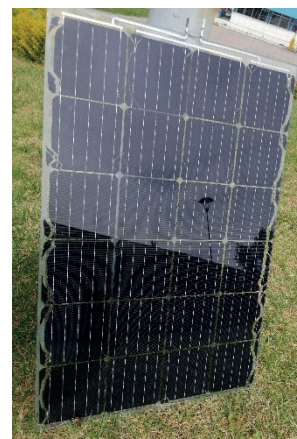
Nota: Elaboración propia.

Figura 7**Panel ensamblado para laminación.****Nota: Elaboración propia.****Figura 8****Horno laminador BJ-168.****Nota: Elaboración propia.**

Se inició probando con la misma curva de temperatura de acuerdo con la **figura 9** con la que se laminan dos vidrios. En este proceso las celdas se fracturaron, esto pudo ser por que la soldadura no quedo homogénea, por el peso que le aplicaba el vidrio a las celdas o por la presión de vacío.

Figura 9**Curva de temperatura.****Nota: Elaboración propia**

Con esta curva de temperatura, se pudo ver en la **figura 10** que el panel presentó fallas como la rotura de las celdas y el desplazamiento de estas hacia los lados, por tal razón que hicieron varias pruebas con una curva y materiales diferentes. Se utilizó materiales como con tedlar y acetato o ETFE (Etileno Tetrafluoroetileno), los cuales se laminaron perfectamente con el EVA la cual era una de las interrogantes en el uso de otros materiales y como sería su comportamiento en la laminación.

Figura 10**Primera prueba.****Nota: Elaboración propia.**

Estas pruebas se hicieron a una escala menor para evaluar su comportamiento, las pruebas más exitosas fueron las que se hicieron con vidrio-tedlar (**figura 11**) y ETFE- tedlar (panel semiflexible) ver **figura 12**

Figura 11**Panel de cuatro celdas monocristalino con vidrio- tedlar.****Nota: Elaboración propia,**

En esta prueba el resultado fue un panel en perfecto estado, sin burbujas ni celdas rotas y una funcionalidad ideal. Al realizarle pruebas de voltaje y corriente sus valores fueron de 2,32V y 4,52A, teniendo en cuenta que cada celda tiene un voltaje nominal de 0.5V.

Figura 12

Panel de dieciséis celdas monocristalino con ETFE y tedlar (semi flexible)



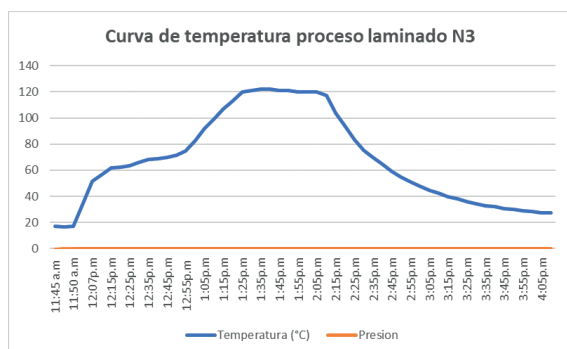
Nota: Elaboración propia.

En esta prueba al igual que la anterior su resultado fue muy bueno puesto que no quedaron burbujas y solo se fracturo una celda. En la medición de voltaje y corriente sus valores fueron de 9,42V y 7,8A.

Estas pruebas se laminaron con una curva de temperatura diferente y con una presión de 0.076 Mb.

Figura 13

Curva de temperatura y con una presión de 0.076 Mb.



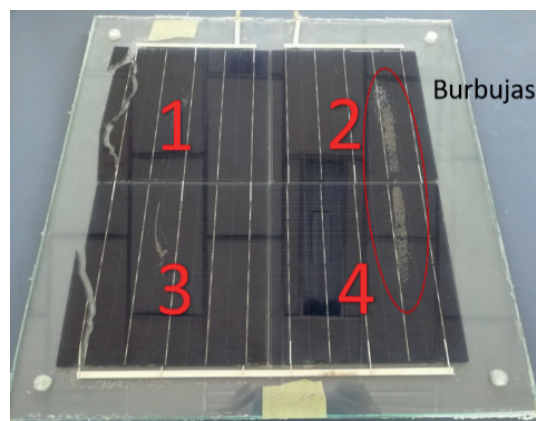
Nota: Elaboración propia.

El resto de pruebas que se realizaron fueron con vidrio-vidrio, las cuales en algunos casos las celdas se fracturaron y en otras el panel quedo con presencia de burbujas.

Para este tipo de panel (**figura 14**) aún hay variables como las mencionadas en la primera prueba que se realizó donde el peso del vidrio ejerce cierta presión sobre las celdas el cual influye significativamente en que las celdas se fracturen y la presencia de burbujas en algunos casos es porque el vacío no se está realizando correctamente.

Figura 14

Prueba con vidrio-vidrio con celdas rotas y burbujas.



Nota: Elaboración propia.

Resultados

El proceso de producción de los paneles fotovoltaicos que se está realizando en el proyecto de investigación se lleva a cabo manualmente, a través de un proceso no automatizado de ensamblaje de materiales, agregando valor a un producto para su entrega al mercado.

La medida estándar que se realizó en los paneles solares fueron, corriente de cortocircuito, la conexión entre los terminales del panel se realiza a través de un relé, la corriente se mide a través de un sensor ACS 712, el segundo parámetro corresponde a la tensión de circuito abierto, otro relé interrumpe el conexión a los terminales del panel, dejando solo por debajo del voltímetro,

este último corresponde al circuito del divisor de tensión y el amplificador de instrumentación, el cual proporciona una medida de la tensión de referencia aislada para evitar cortocircuitos o falsas alarmas.

Como resultado principalmente del proceso de ensamble de paneles solares se realizaron 5 pruebas donde se evidencia que al realizar el proceso se debe hacer una verificación de cada uno de los materiales propuesto al realizar el ensamble, se identifican varias pruebas fallidas, pero también se identificaron pruebas con excelentes resultados. Se puede concluir que el proceso de construcción de paneles solares fotovoltaicos por laminación de vidrio requiere probar diferentes materiales para garantizar la óptima adherencia e integridad de las celdas después de la instalación y determinar la normativa a la que están sujetas.

Conclusiones

El proyecto ofrece la posibilidad de construir paneles solares por una empresa de la región, lo que impactará positivamente el proceso de otorgamiento enfocándose en tecnologías que produzcan energía solar fotovoltaica de manera sustentable, eliminando factores negativos como: tiempos de importación y fallas para reemplazar. Además, ofrece la posibilidad de diversificar las actividades económicas de una empresa, ofrece alternativas para expandir sus actividades comerciales y permite el uso de infraestructura actualmente subutilizada.

Con este proyecto se caracterizó los materiales que componen un panel solar fotovoltaico y la importancia de cada uno de ellos en el módulo, además de su funcionamiento eléctrico. También se realizó el proceso desde cero respecto al ensamble puesto que al no tener información de cómo se elaboraban los paneles solares fue una etapa de aprendizaje e identificación de las herramientas y equipos apropiadas para cada proceso que se realiza, al ser completamente

manual se debe tener cuidado en cada etapa puesto que si se hace de manera errónea se tendría que iniciar de cero o corregir los errores y eso conlleva a más tiempo de ejecución.

La empresa ya podría validar la posibilidad de implementar una nueva línea de mercado enfocada a la comercialización de paneles solares, utilizando el enfoque TRIZ, el cual tiene un protocolo de prueba, donde se realiza el análisis funcional el cual está basado en la función donde se describen los objetivos y las metas del sistema, se pueden implementar nuevas tecnologías, materiales o procesos que reduzcan costos o tiempos y hagan que la fabricación de paneles solares sea más rentable para las empresas.

Con la elaboración del panel solar monocristalino se identificó proceso de ensamble y laminación el cual al ser ejecutado de manera manual tiende a ser más tedioso, pero así mismo ver la posibilidad de automatizar el proceso.

Referencias Bibliográficas

- Córdova, W., & Administración, A. (2008).** *TRIZ, la herramienta del pensamiento e innovación sistemática. Contabilidad y Negocios*, 3(6), 38–46. <https://doi.org/10.18800/CONTABILIDAD.200802.004>
- LAZO VIRI, N. D. (2019).** *CONSTRUCCIÓN DE UN MÓDULO DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA CON PANELES DE SILICIO DE AMORFO (CAPA FINA) [INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR VIDA NUEVA]*. <http://dspace.istvidanueva.edu.ec/bitstream/123456789/93/1/43.1350-LAZO-VIRI-NESTOR-DARIO.pdf>
- Lerner, L. (2012).** *Genrich Altshuller : Father of TRIZ. TQM Journal* ; 3.
- LLevbare, I. M., Probet, D., & Phaal, R. (2013).** *A review of TRIZ, and its*

benefits and challenges in practice. Technovation, February-March(2-3), 30-37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.technovation.2012.11.003>

Martínez Juárez, M. X. (2021). Propuesta de reducción de impacto ambiental en una empresa de ensamble de paneles solares [UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO]. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/jspui/bitstream/RepoFi/17665/5/Tesis.pdf>

Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1998). Systematic Innovation: An Introduction to TRIZ (Theory of Inventive Problem Solving) (S. L. Press (ed.); CRC Press). ST Lucie Press. https://books.google.com/books/about/Systematic_Innovation.html?id=QqPCvdo23dgC

Páginas Legales.

Comité Científico

- Doctor en Física. Ing. Andrés Arias Durán, andres.arias.duran@correounivalle.edu.co
- MSc.Lic . Aurora Sofia Redondo Ramírez, aredondo@sena.edu.co
- MSc.Ing. Blanca Inés Martínez López, blancainesm8@gmail.com
- MSc.Ing . Juan Carlos García Buitrago, jcgarciab@misena.edu.co
- MSc.Ing. Lesli Biviana Acosta Agudelo, bivianaacosta42@gmail.com
- Doctora en Física. Ing., Lina María Franco, Ariaslmfrancoa@sena.edu.co
- MSc.Ing. Martha Elizabeth Cortés Rico, mcortesrico@misena.edu.co

Comité Evaluador

El comité evaluador esta confirmado por los siguientes profesionales con su respectiva afiliación institucional

- Ing. Raul Rodríguez, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI, rarodriguezo@sena.edu.co
- PhD. Ing. Manuel Pinzón Candelario, SENA RISARALDA, 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
- Mg. Ing. Jerry Giovanni Colorado Cano, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI, jgcoloradoc@sena.edu.co
- MSc. Lic . Aurora Sofia Redondo Ramírez, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI aredondo@sena.edu.co
- MSc. Lic. Cristian Johnatan Bohorquez Betancur, Universidad Católica de Pereira- UCP. cristian.bohorquez@ucp.edu.co
- Ing. Brayan David Quintero Brand, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI. bdquintero@sena.edu.co
- Beatriz Lorena Patiño, SENA CALDAS, Centro para la formación cafetera – CFC. bpatinov@sena.edu.co
- Ana Lyda Gonzalez Ocampo, SENA RISARALDA, Centro de comercio y servicios – CCS. algonzalezo@sena.edu.co
- Admora.Esp. Yenny Alejandra Arce Trejos, SENA RISARALDA, Centro de comercio y servicios – CCS. jaarcet@sena.edu.co

- Mg. Ing . Lesli Biviana Acosta Agudelo, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI. lbacosta@sena.edu.co
- Ing. Pablo Valencia Osorio, SENA CALDAS, Centro para la formación cafetera – CFC. pavalencia@sena.edu.co
- Ing. Nelson Humberto Zambrano, SENA CUNDINAMARCA, Centro de Desarrollo agroempresarial- Chia – CDA. nzambranoc@sena.edu.co
- Mg. Ing . Diego Fernando Pineda Carmona, SENA RISARALDA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI. dfpinedacarmona@gmail.com
- Marcela Flores Malagon, SENA RISARALDA, Centro de comercio y servicios – mflorezm@sena.edu.co
- MSc. Ing Carlos Arturo Blandon Jaramillo, PROGREGZANDO - carlos.blanco@progrezando.com
- Psic. Valentina Ceballos Montoya. Psicóloga Clínica at Secretaría de Salud, val. ceballos.montoya@gmail.com
- Francia Elena Lopez Trabajadora Social. ALCADIA DE PEREIRA. franciahlh@gmail.com

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 Sennova SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI. jcgarciab@misena.edu.co

Traducción Al Inglés

- Sofia Garcia Quiroz, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI, sgarciaq@sena.edu.co
- Marcela Maria Cardona, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI, mcardonam@sena.edu.co
- Eliana Constanza Cardona Ramirez, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI, ecardonar@sena.edu.co
- Pilar Eugenia Gomez Avila, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI, pegomez@sena.edu.co

Editorial

- MSc.Ing . Juan Carlos García Buitrago, Dinamizador Sennova SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI. jcgarciab@misena.edu.co

Gestión Editorial

- MSc.Ing. Martha Elizabeth Cortés Rico, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI. mcortesrico@misena.edu.co.
- Jimena Andrea Sterling Plazas, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI, jasterling@sena.edu.co
- Santiago Villada Cardona, Aprendiz de Tecnologia en Producción Multimedia, SENA, Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial – CDITI. , Regional Risaralda, svillada48@misena.edu.co

Centro de Diseño e Innovación Tecnológica Industrial
Revista TEINNOVA 7ma edición - Enero/Junio 2023

REVISTA
TEINNOVA

