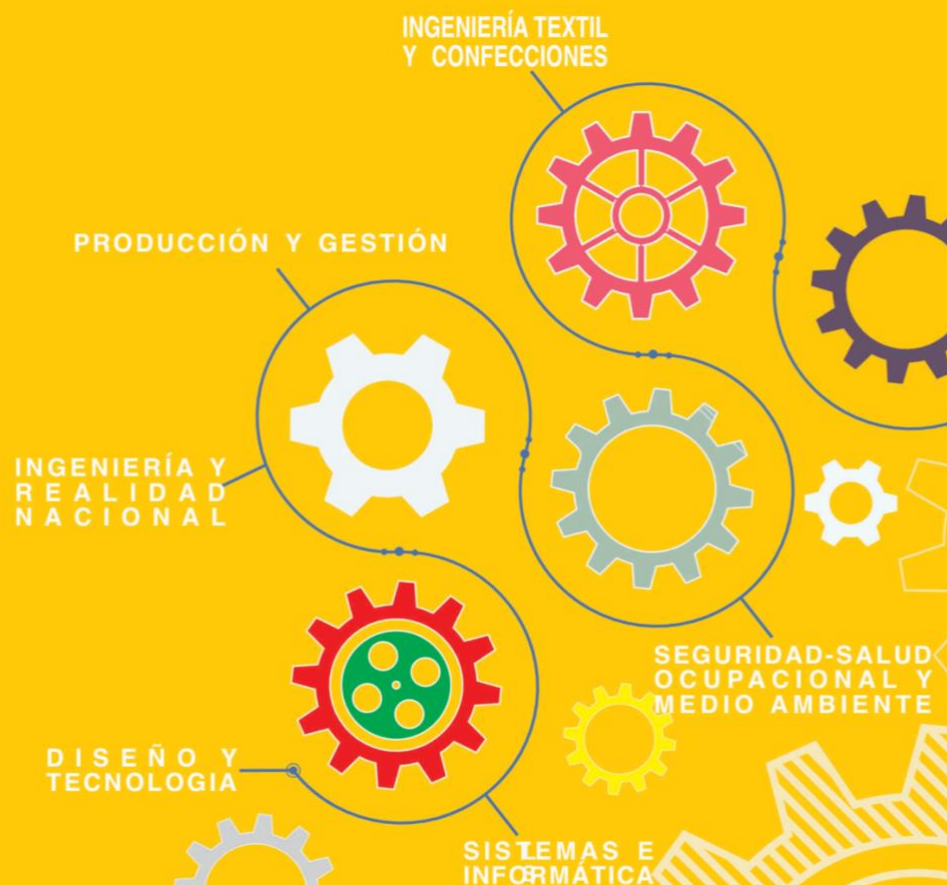




INGENIERÍA SIGLO XXI

REVISTA
N.6 | VOL.6



N.º 6 | VOL. 6
REVISTA

INGENIERÍA **SIGLO XXI**

Créditos

INGENIERÍA SIGLO XXI
PRIMERA EDICIÓN
N.º 6, Vol. 6
2024

Rectora

Dra. Jeri Gloria Ramón Ruffner de Vega

Vicerrector académico y pregrado

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

Vicerrector de investigación y posgrado

Dr. José Segundo Niño Montero

Decano de la Facultad de Ingeniería Industrial

Dr. Julio Alejandro Salas Bacalla

Vicedecano académico

Mg. Luis Rolando Raez Guevara

Vicedecano investigación y posgrado

Dr. Jorge Luis Inche Mitma

Director Instituto de investigación

Mg. Daniel Humberto Mavila Hinojoza

©UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN
Calle Germán Amézaga Nro. 375 - Lima, Perú
Teléfono: 619 - 7000 Anexo 1814
e-mail: iifi@unmsm.edu.pe
Edición: Diciembre 2023

ISSN: 3028-970X (En línea)

La revista Ingeniería Siglo XXI publica artículos resultado de los trabajos de investigación realizados por los alumnos de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UNMSM (FII) o de cualquier otra facultad de ingeniería de cualquier universidad ya sea como investigación primaria o revisión bibliográfica, siempre y cuando cumplan con la guía de autor y superen el proceso de revisión.

En el caso de articulistas de los programas de maestría o doctorado, la presentación de artículos no aplica a los trámites de sustentación de tesis.

La revista depende funcionalmente del Instituto de Investigación de la FII.

COMITÉ EDITORIAL

Editor general

Dr. Oscar Rafael Tinoco Gómez

Miembros

Dr. Carlos Augusto Shigyo Ortiz
Mg. Ana María Medina Escudero
Mg. Fiorella Vanessa Güere Salazar
Mg. Juan Cancio Suarez Fuentes
Mg. Ernesto Altamirano Flores
Mg. Marco Antonio Tello Miranda
Dr. Francisco J. Wong Cabanillas

**Edición, diagramación y
corrección de estilo**

Bach. Carlos Alberto Vega Vidal

Tabla de contenidos

<p>Del papel desechado al tesoro ecológico: innovando en Lima Myryam Yoplac Navarro, Alexis Francisco Gomez Casana, Andy Jean Pierre Ore Llamoctanta, Martin Fernando Lucero Cabudiva, Diego Abel Gastulo Urquizo, Ricardo Raúl Manrique Pinto</p>	06
<p>Diseño y validación de modelo de predicción de corte de fibra de densidad media para una cortadora láser de CO2 empleando redes neuronales Gino Salvatore Guerra Nizama, Gyanfranco Amado Vargas, Juan Diego Figueroa Curo, Victoria Fátima Damián López</p>	15
<p>Ecología industrial Leticia Abigail Adatao Sánchez, Joaquin Paul Jaime Allasi Alfaro, Mirella Brigitte Bernardo Huaroc, Jeannpierre Javier Velaochaga Vicente, Kevin Yors Vilca Salas, Emmy Hilary Vite Pimentel</p>	29
<p>El impacto de la economía local en la contaminación ambiental en Lima, Perú Josue Huapaya Campos, Yuber Jeri Mera, Jerry Panuera Fernandez, Frank Garcia Huaranca, Cristian Eugenio Mamani Fernández, Jose Guizado Choque</p>	43
<p>Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial Ancajima, E; Urtecho, K; Atero, C; Juan Artica; Aymara, S</p>	53
<p>Gestión de conflictos socioambientales Aracely Betsi Velarde Maytan, Luis Alberto Ruiton Vicharra, Alexandra Cristina Roncal Soto, Rut Nicol Serrano Cervantes, Analucia Valderrama Sosa, Dulce Victoria Gomez Ventocilla, Aldair Francisco Andrade Granda</p>	69
<p>Hacia la sostenibilidad: transformando los residuos sólidos en recursos dentro de la economía circular Cristhian Rodrigo More Namuche, Jade Andrea Huaman Chagua, Katia Godoy Alcantara, Luis Javier Herrera Espinoza, Jhersson Alberto Huaman Coronado, Sandra Alberta Ramírez Medina.</p>	79
<p>Implementación de la Metodología 3S's para la mejora de la productividad en una empresa de confecciones de ternos Luis Gerson Tarrillo Cruzado, Jeanpiero Ramirez Huanca, Ricardo Aguilar Montoya</p>	88

Introducción

La sexta edición de la Revista “Ingeniería siglo XXI”, editada y financiada por la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, se hace posible gracias a la investigación científica realizada por los estudiantes de pregrado en los campos de la Ingeniería Industrial, de la Ingeniería Textil y Confecciones y de la Ingeniería de Seguridad y Salud en el Trabajo.

En esta edición de la Revista Ingeniería Siglo XXI presentamos un nutrido número de artículos que van desde los temas relacionados con las industrias relacionadas con la ecología, la resolución de conflictos ambientales, sostenibilidad, pasando por nuevas técnicas industriales y análisis de economías colaborativas, temas de gran relevancia en nuestra sociedad actual, temas que la academia en su labor de producir conocimiento debe colaborar dando soluciones a los problemas de nuestra comunidad, y a largo plazo, de nuestro país.

La revista “Ingeniería siglo XXI” trata de ser el medio que permita la difusión y desarrollo de la investigación formativa en el campo de la ingeniería, contribuyendo con la publicación de trabajos científicos de calidad, productos todos de la investigación que integre los conocimientos adquiridos en las aulas, con las experiencias adquiridas durante la investigación.

El 6 volumen, numero 6 de la Revista Ingeniería Siglo XXI marca una nueva etapa para la revista presentando a sus lectores un nuevo formato conservando las características principales que siempre ha tenido la revista, además de tratar de convertirse en el referente investigativo de estudiantes de pre y posgrado de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Esperamos cumplir con esta tarea.

Finalmente el numero está dedicado a la memoria de Jeannpierre Javier Velaochaga Vicente, coautor del artículo "Ecología industrial" y alumno de nuestra facultad cuyo deceso ocurrió en este verano antes de la publicación de este número. Lamentamos la pérdida y acompañamos a sus familiares en el duelo.

Comité Editorial Abril 2024

Del papel desechado al tesoro ecológico: innovando en Lima

From waste paper to ecological treasure: innovating in lima



Srta. Myryam Yoplac Navarro
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



myryam.yoplac@unmsm.edu.pe



Sr. Alexis Francisco Gomez Casana
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



alexis.gomezc@unmsm.edu.pe



Sr. Andy Jean Pierre Ore Llamoctanta
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



andy.orel@unmsm.edu.pe



Sr. Martin Fernando Lucero Cabudiva
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



martin.lucero@unmsm.edu.pe



Sr. Diego Abel Gastulo Urquizo
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



diego.gastulo@unmsm.edu.pe



Sr. Ricardo Raúl Manrique Pinto
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



ricardo.manrique2@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

La problemática del manejo inadecuado del papel desechado en Lima, Perú, y la baja tasa de reciclaje plantea la importancia de transformar el papel en tesoros ecológicos para mitigar los impactos ambientales negativos. La investigación aborda problemas específicos relacionados con la recolección y clasificación del papel, así como la demanda y la importancia del proceso de transformación. La metodología empleada en esta investigación es de carácter descriptivo y se basa en un diseño documental. La investigación concluye destacando la grave problemática del manejo inadecuado del papel desechado en Lima, Perú, y la baja tasa de reciclaje en el país. Se enfatiza la importancia de transformar el papel en tesoros ecológicos como una alternativa para mitigar los impactos ambientales negativos asociados con la acumulación de residuos sólidos.

Palabras clave: Papel desechado, reciclaje de papel, Lima, Perú, impacto ambiental

The problem of inadequate waste paper management in Lima, Peru, and the low recycling rate. The importance of transforming paper into ecological treasures to mitigate negative environmental impacts is discussed. The research addresses specific problems related to the collection and classification of paper, as well as the demand and importance of the transformation process. The methodology used in this research is descriptive and is based on a documentary design. The research concludes by highlighting the serious problem of inadequate waste paper management in Lima, Peru, and the low recycling rate in the country. It emphasizes the importance of transforming paper into ecological treasures as an alternative to mitigate the negative environmental impacts associated with the accumulation of solid waste.

Keywords: Waste paper, paper recycling, Lima, Peru, environmental impact

1. INTRODUCCIÓN

El tema del presente fue desarrollado en función a la innovación en el proceso y transformación del papel desechado en tesoros ecológicos en Lima. Debido a que, a pesar de los intentos de disminuirlos, las acumulaciones de este residuo y sus derivados siguen creciendo. Por lo que, Amores (2013) indica que debemos considerar alternativas viables que incentiven el reciclaje y reutilización de desechos.

Lima, se enfrenta una situación problemática en cuanto al manejo inadecuado del papel usado, la cual tiene consecuencias ambientales negativas y resulta en un desperdicio de recursos. Según datos, a nivel nacional, se estima que el consumo de papel alcanza aproximadamente 13 kilos per cápita (Banco Wiese Sudameris, 2002, p. 13), siendo de los consumos más bajos de la región en ese entonces. Sin embargo, en el Perú, de acuerdo con el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2018), “solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovecharles que se generan”, lo que significa que la mayoría termina en vertederos o se quema, generando impactos negativos en el entorno al no ser gestionados de manera adecuada y no se aprovechan sus posibles beneficios.

Bravo (2013) indica que en el Perú aún no se dispone de investigaciones sobre la conciencia ambiental, pero los pocos datos disponibles se encuentran en encuestas de Ipsos Perú acerca de los principales problemas del Perú. Desde el año 2006 se incluye el ítem Destrucción/Contaminación del medio ambiente, sin embargo, en los dos primeros años este problema no era mencionado por ningún encuestado. No fue sino recién a partir de 2008 que este problema entró en el ranking de problemas nacionales, aunque dista de otros problemas “más importantes” como la delincuencia, la corrupción, las deficiencias de la educación estatal, entre otros. (párrs. 3-6).

Se plantea un desafío en términos de sostenibilidad ambiental y uso eficiente de los recursos. La transformación del papel reusado en tesoros ecológicos es una alternativa que podría contribuir a mitigar estos problemas y generar impactos positivos en Lima.

1.1. Antecedentes Internacionales

Pellegrini y Reyes (2009) desarrolló un programa de reciclaje que tiene por finalidad recolectar, acopiar y vender el papel residual, así como desarrollar actitudes proambientales en los estudiantes de la Universidad Simón Bolívar. Finalmente se asegura haber conseguido el reciclaje y reutilización del papel, consiguiendo beneficios económicos para sustentar el proyecto.

1.2. Antecedentes Nacionales

Cotrina, Taype y Ore (2020) analizaron el manejo de los residuos sólidos con el fin de minimizar la contaminación ambiental en el distrito de Panao, en el departamento de Huánuco. La muestra fue de 260 domicilios y se determinó que la cantidad de residuos sólidos per cápita fue de 0,644 kg/hab/día, con un volumen generado por persona de 0,22 m³. Se concluyó que los residuos sólidos en su mayoría fueron materia orgánica y que con el manejo integral de estos es posible lograr una disminución en la contaminación de hasta el 34,93%.

Huamani, Tudela y Peralta (2020) caracterizaron los factores y condiciones de gestión de residuos sólidos. Se recolectó información mediante un cuestionario a una muestra de 267 jefes de familia. La metodología constó de la clasificación de residuos sólidos en Panao durante seis meses del 2019. El estudio tuvo un enfoque en los domicilios, comercios, restaurantes, casas de venta de agroquímicos, etc; y la muestra fueron 260 viviendas. Se concluyó que la transformación de los residuos sólidos orgánicos a partir de papel-cartón, plásticos, vidrios metales incluido la producción de compost puede contribuir a la sustentabilidad, mejorar los ingresos equitativos de los beneficios resultantes de la utilización responsable de los recursos municipales.

Montoya (2015) buscó el mejoramiento de los procesos de un tratamiento óptimo de estos residuos como también una adecuada gestión de las leyes laborales en este rubro. Se llevó a

cabo un estudio de análisis de tres variables importantes (precio de materia prima, sueldos y salarios, participación de mercado) así como la realización de encuestas a empresas y a personal que trabaja directamente en ellas, teniendo como población de entrevistados cerca de más de 150 personas. Llegando así a la conclusión que mientras exista la industria papelerera en el Perú, se mantendrá una alta demanda de papel y cartón ya que una gran parte de la industria en general utiliza estos productos y no existe un dominio único del mercado ya que esta labor del reciclaje es realizada tanto por personas independientes como por empresas formales e informales.

1.3. Antecedentes Regionales

Huiman (2020) identificó los factores que determinan el desarrollo sostenible en el reciclaje de residuos orgánicos de Lima Norte. Dicha investigación fue de carácter cualitativa bajo un diseño de tipo transversal descriptivo con un método de entrevista a funcionarios municipales, asociaciones de recicladores, personería jurídica de acopiadores y empresas comercializadoras de residuos sólidos, teniendo así una población de 390 entrevistados. Llegando a la conclusión que los distritos del Cono Norte de Lima Metropolitana cuentan con respaldos de asociaciones formales de reciclaje.

1.4. Conceptos

1.4.1. Control de calidad en la transformación del papel

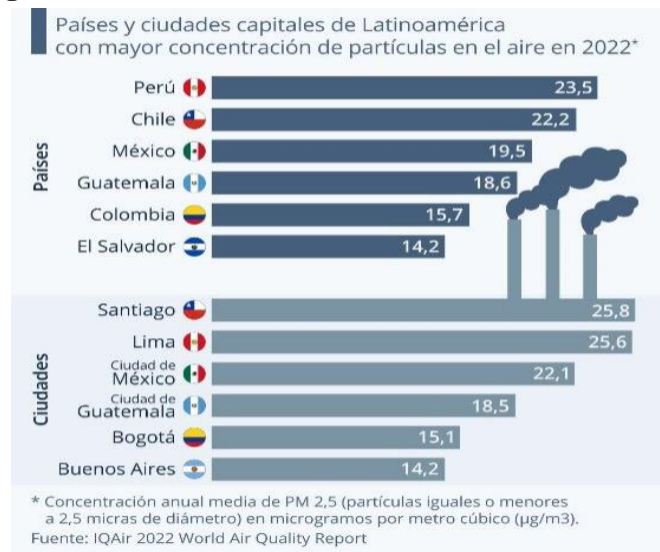
Con respecto al control de calidad en el ámbito del desarrollo de las industrias es importante conocer en qué consisten los buenos procesos de manufactura de papel que garantizan una buena calidad y un mejor monitoreo. Es por ello, que García (2012) afirma que “el control de calidad de los parámetros a lo largo del procesamiento de la materia prima, productos en proceso y productos finales son fundamentales para garantizarla” (p.6). De igual manera, se hace referencia a las implementaciones de la mejora de calidad de los productos para no generar molestias en el consumidor, por lo que el autor enfatiza tener controles desde el inicio de la transformación de un producto hasta obtenerlo como producto final.

Por otro lado, es importante aumentar la productividad, haciendo referencia a ello, Mondal y Fernando (2003) afirman que “En las plantas de fabricación de papel que utilizan como materia prima papel reciclado es necesario tener reguladores de consistencia que permitan mantener un gramaje constante” (p.48) Esto se debe a que brinda grandes beneficios como el ahorro en la obtención de materia prima y mejor calidad de papel producido.

1.4.2. Contaminación Ambiental

La contaminación ambiental es una problemática de la que se sabe que, a gran escala, tiene inicio con la primera y segunda revolución industrial del siglo XVIII, el aumento de la tecnología de producción a gran escala hizo que el mundo se desarrollara a pasos agigantados pero que, a su vez, la contaminación llegue hasta puntos inimaginables hoy en día. Conde (2013) define la contaminación ambiental como la presencia de cualquier agente físico, químico, biológico o una combinación de estos; en zonas, formas y concentraciones que sean dañinos para la salud, la seguridad y el bienestar de la población o seres vivos en general. Estos agentes físicos, químicos o biológicos son llamados contaminantes que, según Domínguez (2015), en gran cantidad comprometen, día a día, la calidad ambiental del planeta, y la gran mayoría son de origen antropogénico. Los contaminantes, en su gran mayoría, son producto de procesos industriales, agropecuarios, agrícolas, etc; sin ninguna planeación previa y ni evaluación de los impactos medioambientales. Es importante la reducción de esta cantidad de agentes contaminantes que se aportan al medio ambiente sin ninguna idea del daño causado y las consecuencias que trae y traerá para las futuras generaciones.

Figura N°1: La contaminación del aire en América Latina



Fuente: Naranjo (2023).

1.4.3. Reciclaje de papel

Con el aumento de la demanda de bienes y servicios se ha visto un aumento en el uso de los recursos naturales para la fabricación y comercio de diversos productos. En el caso del papel, de acuerdo con Statista (2021), en el año 2018 se usaron, a nivel mundial, 421 millones de toneladas de papel y cartón. Esto genera una gran cantidad de desperdicio, sin olvidar los árboles que son talados para ser materia prima del papel. El reciclaje se muestra como una de las alternativas para reducir significativamente el daño al medio ambiente por la tala y la contaminación por los desperdicios de papel.

Aguilar e Iza (2009) mencionan que el reciclaje debe entenderse como la transformación de residuos a través de procesos por los que se restituye su valor económico, evitando así su desperdicio, siempre que dicha restitución beneficie al ahorro energético y de materias primas sin perjudicar la salud, los ecosistemas o sus elementos. El reciclaje de papel, como alternativa para solucionar problemas de contaminación ambiental, debe evitar el desperdicio, ser rentable y ser beneficioso para el ecosistema y la salud.

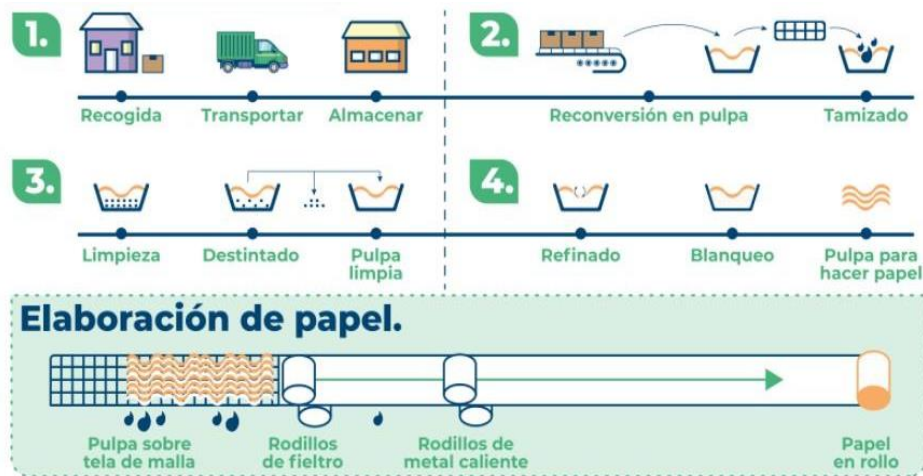
1.4.4. Producción de papel reciclado

El papel tiene una gran importancia en nuestra sociedad y desempeña varios roles clave en diferentes aspectos de nuestras vidas. Gonzales (2013), explica que el papel es un material de estructura fibrosa presentado bajo la forma de lámina, cuenta con otros componentes que se le incorporan con el objetivo de brindar o mejorar propiedades como son su higroscopicidad, textura, blancura, entre otros.

El uso excesivo de papel se ha convertido en un problema preocupante en nuestro tiempo, es por lo que la producción de papel reciclado tiene una gran importancia tanto desde el punto de vista ambiental como económico. Es por lo que Gonzáles (2013) explica que, para la producción de papel reciclado se requiere pasar por etapas de clasificación, limpieza; eliminación de impurezas, desteñido, lavado y blanqueo; hasta alcanzar un grado comercial. La calidad del nuevo papel obtenido será cada vez menor, comparándolo con el papel de pulpa primaria, ya que estos procesos deterioran progresivamente las fibras por efectos de corte y temperatura a la que van siendo sometidas en cada reciclado. Se estima que una fibra puede soportar entre 5 a 7 reciclados, hasta que finalmente se destruye o pierde la mayor parte de sus propiedades de enlace y de resistencia.

El uso de papel reciclado es una práctica sostenible que ayuda a reducir el impacto de la industria papelería ambiental y avanzar hacia un modelo de producción más responsable.

Figura N°2: Proceso de reciclaje de papel



Fuente: Amazónico (2013)

2. MÉTODO

La metodología empleada es de carácter descriptivo bajo un diseño documental. La investigación se basa principalmente en la recolección y análisis de bibliografía relevante sobre el tema de transformación del papel desechado en un tesoro ecológico en Lima.

Se recopilaron estudios científicos, informes técnicos, artículos de revistas especializadas, libros y otras fuentes de información relacionadas con el tema de estudio.

3. RESULTADOS

En similitud con la postura de la tesis de Huiman (2020) parte de los distritos de Lima Metropolitana cuentan con respaldo de asociaciones formales de reciclaje. Sin embargo, para Montoya (2015) hay una alta demanda de papel y cartón en la sociedad haciendo que no exista solo un dominio único del mercado sino un conjunto de empresas de reciclaje tanto formales como informales.

Por otro lado, Huamani, Tudela y Peralta (2020) concluyen que la transformación de residuos sólidos puede contribuir a la sustentabilidad y mejorar los ingresos si hay una utilización responsable de estos recursos.

Con lo anterior mencionado se demuestra que la transformación de residuos sólidos puede ser muy beneficiosa para la sociedad como también el hecho de que existen asociaciones de reciclaje tanto formales como informales y que se necesita de una utilización responsable de estos recursos.

La eficacia y sostenibilidad del proceso de reciclaje es importante para la supervivencia del proyecto, La eficacia en el manejo de los residuos sólidos para reciclaje se basa en los materiales a reciclar, la forma en la que se reutilizan y compradores de los materiales reciclables (Frosch, 2001, como se citó en Pellegrini y Reyes, 2009). Desde otra perspectiva Huiman (2020), expresa que la sostenibilidad del reciclaje se basa en tres ejes: la formalidad, la comercialización y la inversión en personas. Ambas perspectivas hacen entender que el proceso de reciclaje no solo debe basarse en lo económico en el proceso en sí, sino también en lo social y humanitario.

Así mismo en base a la investigación se discute que:

La norma europea EN643, actualmente vigente, clasifica el papel en cinco grupos

- Papel de periódico y revistas.
- Papel de impresión y escritura sin revestir.
- Papel y cartón corrugado.
- Papel y cartón de envases.
- Cartón de envasado y embalaje.

Existen varios mecanismos en Lima que se pueden utilizar para recolectar y reciclar papel. A continuación, mencionaré algunos de ellos:

- **Recolección en contenedores específicos:** En varios lugares de la ciudad, incluidos parques, plazas, escuelas, oficinas y áreas residenciales, se pueden instalar contenedores de color azul o con calcomanías de "Papel". Estos contenedores permiten a los ciudadanos depositar papel reciclable de forma separada.
- **Recolección en puntos de acopio:** Es posible establecer puntos estratégicos de acuerdo donde la ciudadanía pueda jugar un papel activo. Estos puntos se pueden encontrar en centros comerciales, grandes supermercados, cooperativas u otros lugares designados por las autoridades locales.
- **Alianzas con empresas y organizaciones recicladoras:** Las alianzas con empresas y organizaciones enfocadas en el reciclaje de papel son posibles. Estas organizaciones son capaces de recolectar papel reciclable en lugares designados y garantizar su procesamiento y reciclaje adecuados.

Perú desperdicia una gran cantidad de papel sin aprovecharlo por completo. Este desperdicio conlleva la pérdida de numerosos árboles, lo que resulta en una disminución de los niveles de oxígeno y un aumento de la contaminación ambiental. Es por lo que la transformación del papel en tesoros verdes es fundamental para nosotros como sociedad, ya que con ella podremos minimizar los residuos de papel y con ello darle una segunda vida, evitando así contaminar más nuestro planeta

La creciente conciencia sobre la problemática de la contaminación causada por los residuos ha llevado a la aparición de diversas empresas que se dedican a la comercialización de papel reciclado. Esta demanda cada vez mayor ha impulsado el surgimiento de negocios enfocados en ofrecer productos fabricados con papel reciclado como por ejemplo: Papelera Nacional S.A., Papelsa, Cartonajes del Pacífico: Kimberly-Clark Perú, Papel Reciclado del Perú (Parep)

4. CONCLUSIONES

- Existen diferentes formas efectivas para la promoción del reciclaje del papel mediante la concientización social y el valor económico que sustituye el uso de segunda mano el cual favorece al medio ambiente.
- La transformación del papel a tesoro ecológico contribuye a la sustentabilidad y mejora los ingresos de la utilización responsable de estos productos por parte de los municipios.
- La recolección de papel implica hacer una recolección selectiva separando los desechos según su categoría y depositarlos en los contenedores correspondientes.
- La participación ciudadana es fundamental en este proceso, ya que los residentes separan los residuos reciclables del resto y los colocan en los contenedores adecuados.
- Los contenedores se distinguen por su color y, a veces, por su forma, lo que facilita la selección de los residuos. En este caso para la recolección de papel se utilizan contenedores azules

5. BIBLIOGRAFÍA

- Chu Aguilar, G. y Iza, A.** (2009). Derecho ambiental en Centroamérica. UICN Serie de Política y Derecho Ambiental. Tomo II. UICN. <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/EPLP-066-2.pdf>
- Banco Wiese Sudameris.** (2002). PAPEL Y CARTÓN Ventaja competitiva gracias al bagazo. https://scotiabankfiles.azureedge.net/scotiabank-peru/PDFs/reportes/sectorial/20020228_sec_es_papel.pdf
- Bravo, F.** (2013). ¿EXISTE UNA CONCIENCIA AMBIENTAL EN EL PERÚ? PuntoEdu Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://puntoedu.pucp.edu.pe/voces-pucp/existe-una-conciencia-ambiental-en-el-peru/>
- Cala, J. D. B.** (2022). Propuesta para una gestión sostenible en el reciclaje Derecho Ambiental en Centroamérica y reutilización de residuos de la construcción y demolición, Lima-Perú: Revisión sistemática 2022. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/93432>
- Conde, A.** (2013). Efectos nocivos de la contaminación ambiental sobre la embarazada. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 51(2), 226-238. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223229324011>
- Cotrina, G., Taype, O., Ore, F.** (2020). Manejo integral de residuos sólidos para minimizar la contaminación del ambiente en el distrito de Panao, Huánuco, Perú. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.ayd24-46.mirs>
- Dominguez, M.** (2015). La contaminación ambiental, un tema con compromiso social. Revista Producción + Limpia, 10(1). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-04552015000100001
- García González, J. P.** (2012). Importancia del control de calidad en la transformación del papel tissue en producto terminado. Repositorio UMSNH. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/8074
- Huamani, C., Tudela, J. y Peralta, A.** (2020). Gestión de residuos sólidos de la ciudad de Juliaca - Puno - Perú. Revista de investigación altoandina, 22(1). <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2020.541>
- Huiman Cruz, A.** (2020). Modelo de gestión inclusiva para el desarrollo sostenible de la actividad del reciclaje de residuos inorgánicos comercializables en Lima Norte [tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio UNMSM-Institucional. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/14403>
- Laos, E. y Pérez, O.** (1998). Reciclaje de desechos plásticos en el Perú. Revista de Química, 12(2), 53-63. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/5308>
- Llerena, E., Urcia, G. y Merino, D.** (2011). ¿ Tiene sentido educar para reciclar residuos sólidos y no hacerlo? El caso de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Revista de Química, 25(1-2), 38-41. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/article/view/4738>
- López, K., Armas, P., y Sánchez, M.** (2022). El Reciclaje en el Perú Urbano: Acceso, Hábitos y Percepciones (Recycling in Urban Peru: Habits, Attitudes and Perceptions). https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4043206
- Ministerio del Ambiente (MINAM).** (2018). En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables. <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/en-el-peru-solo-se-recicla-el-1-9-del-total-de-residuos-solidos-reaprovechables/>

- Montoya Bramon, N. E.** (2015). Plan de negocio para una empresa de reciclaje de papel y cartón [tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/594642>
- Paz Mondal, F. F.** (2003). Optimización de los procesos de fabricación y transformación de papeles suaves en Guatemala (Doctoral dissertation, Universidad del Valle de Guatemala). Repositorio Institucional. <https://repositorio.uvg.edu.gt/handle/123456789/688>
- Pellegrini, N. y Reyes, R.** (2009). Reciclaje de papel en la Universidad Simón Bolívar. Revista Universidad Pedagógica Experimental Libertador, 67, 45-57. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376140382003>
- Picco Acevedo, P.C.** (2021). Análisis de la generación y valorización de residuos sólidos domiciliarios de papel y cartón en Lima metropolitana [tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio UNALM-Institucional <https://hdl.handle.net/20.500.12996/4906>
- Statista.** (2021). Consumo mundial de papel y cartón de 2007 a 2018. <https://es.statista.com/estadisticas/600580/consumo-mundial-de-papel-y-carton/>
- Suarez Rodriguez, C.** (2019). Reciclaje de materiales ferrosos y no ferrosos en el distrito Mi Perú-Callao. <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5136/SUAREZ%20RODRIGUEZ%20-%20FIIS%20-%202019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Diseño y validación de modelo de predicción de corte de fibra de densidad media para una cortadora láser de CO2 empleando redes neuronales

Design and validation of a
medium density fiber cut
prediction model for a CO2 laser
cutter using neural networks



Sr. Gino Salvatore Guerra Nizama
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



gino.guerra@unmsm.edu.pe



Sr. Gyanfranco Amado Vargas
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



gyanfranco.amado@unmsm.edu.pe



Sr. Juan Diego Figueroa Curo
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



juandiego.figueroa@unmsm.edu.pe



Srta. Victoria Fátima Damián López
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



victoria.damian@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

Se diseñó y validó un modelo de predicción de corte de fibra de densidad media (MDF) de 3 mm de espesor. Para ello, se cortaron 460 líneas y, luego de depurar, se trabajó con 386 cortes, cuyos resultados se cargaron a una red neuronal con 4 capas invisibles de 6 neuronas cada una, el solucionador "lbfgs" y un máximo de iteraciones de 30 000. Esta dividió los datos en una proporción de 70% y 30% para entrenamiento y prueba, respectivamente. Las variables de entrada fueron velocidad, potencia y píxeles por pulgada (PPI); y la variable de salida, corte. El modelo se validó con 60 cortes en una plancha de MDF de 3mm. Los resultados arrojaron un modelo con 100%, 99.14% y 90% de precisión en el entrenamiento, prueba y validación, respectivamente. Se concluye que el modelo es efectivo para predecir el corte de una plancha de MDF de 3 mm.

Palabras clave: Papel desechado, reciclaje de papel, Lima, Perú, impacto ambiental

A 3 mm thick medium density fibreboard (MDF) cut prediction model was designed and validated. For this, 460 lines were cut and, after debugging, 386 cuts were worked with, the results of which were loaded into a neural network with 4 invisible layers of 6 neurons each, a solver "lbfgs" and a maximum of 30 000 iterations. This divided the data in a ratio of 70% and 30% for training and testing, respectively. The input variables were speed, power and pixels per inch (PPI); and the output variable, slice. The model was validated with 60 slices on a 3mm MDF board. The results yielded a model with 100%, 99.14% and 90% accuracy in training, testing and validation, respectively. It is concluded that the model is effective in predicting the cutting of a 3 mm MDF board.

Keywords: Neural networks, laser cutting, MDF.

1. INTRODUCCIÓN

El corte láser es una tecnología que hace uso de un haz de luz altamente concentrado para cortar materiales con alta precisión, calidad (Brodeser et al., 2019; Jadhav & Kumar, 2019; Li et al., 2022; Madic et al., 2020; Son & Lee, 2020; Wang & Yang, 2021) y eficiencia (Guo et al., 2021). Se usa para cortar silicio a escala nanométrica (Wang & Yang, 2021), acero inoxidable (Jadhav & Kumar, 2019; Pang et al., 2021; Son & Lee, 2020) y templado (Madic et al., 2020), materiales poliméricos como el poliestireno (Haddadi et al., 2019) y el polimetilmetacrilato (Lohr et al., 2021), diferentes tipos de madera (Aniszewska et al., 2020) como el pino (Guo et al., 2021), láminas de tabaco (Li et al., 2022) entre otros. Todos los anteriores son usos industriales, pero también podemos encontrar aplicaciones utilitarias como el corte de acero inoxidable de gran espesor en el desmantelamiento de centrales nucleares (Shin et al., 2021), concreto en demoliciones (Nagai & Shimizu, 2021), vehículos en accidentes (Brodeser et al., 2019), entre otros. En suma, las aplicaciones del corte láser son diversas, por lo que es importante conocer una forma efectiva de predecir el comportamiento de la combinación de los múltiples parámetros que influyen en la precisión, calidad y eficiencia de este.

Los estudios realizados sobre la calibración de cortadoras láser usan diferentes métodos. Para calibrar el corte de poliestireno y el polimetilmetacrilato se usó un método estadístico de diseño de experimentos (Haddadi et al., 2019; Lohr et al., 2021); acero inoxidable AISI 304 y SUS304, acero al carbono SS41 y madera de pino, el análisis de varianzas (ANOVA) (Guo et al., 2021; Jadhav & Kumar, 2019; Son & Lee, 2020); acero templado, un algoritmo iterativo de búsqueda (Madic et al., 2020); chapas metálicas, redes neuronales (Adelmann & Hellmann, 2021); entre otros. Es decir, se han usado métodos de calibración de corte láser tanto estadísticos como informáticos.

Los modelos de calibración de corte láser responden a una necesidad de encontrar valores óptimos tanto en rendimiento como en precisión. Para ello, se puede emplear el machine learning como una técnica para encontrar la combinación más adecuada de parámetros y elaborar un modelo de predicción (Behbahani et al., 2023). En ese sentido, se ha demostrado que el machine learning posee predicciones más precisas a diferencia de otros modelos (Tan et al., 2020) y mejor rendimiento de pronóstico (Nguyen et al., 2021). Esto es, el machine learning tiene las características necesarias para generar un modelo de predicción adecuado de corte láser.

Los modelos de calibración de machine learning, como las redes neuronales, pueden funcionar con flexibilidad en la elección de parámetros (Zhang et al., 2019). Un ejemplo de esto son las calibraciones de cámaras de ojo de pez, las cuales usan un proceso de empalme en la construcción de sus imágenes, generando error de encuadre en estas (Cao et al., 2022). Modelos de calibración ojo-mano permiten también el diseño de redes neuronales, donde se establecen relaciones entre las coordenadas robóticas y las coordenadas de píxeles (Hua & Zeng, 2021). Esto es, las redes neuronales no necesitan del conocimiento previo de los dispositivos y parámetros involucrados para lograr resultados altamente precisos (Khodabakhshian & Enright, 2022).

Los parámetros involucrados en la calibración del corte láser con CO₂ se pueden clasificar en variables de entrada y de salida. Los parámetros de entrada comprenden el efecto de la potencia del láser (Elsheikh et al., 2021; Kubovsky et al., 2020; Ruziak et al., 2022), la velocidad de corte (Lutey et al., 2018; Orishich et al., 2018; Shulyatyev & Orishich, 2018), el número de anillos anuales para el caso de corte de maderas (Acik & Tutus, 2023; Kubovsky et al., 2020), la presión de gas (Boudjemline et al., 2020; Darwish et al., 2020; Milesan et al., 2020; Mushtaq et al., 2020), el grosor de la hoja (Elsheikh et al., 2021), entre otros. Mientras que los parámetros de salida comprenden la relación de zonas rugosas (Hu et al., 2020), ancho de las zonas afectadas por el calor arriba y abajo, también conocido como kerf (Lind et al., 2023; Mishra et al., 2020), rugosidad superficial máxima (Fang et al., 2023), ángulo de conicidad de la sangría (Gautam & Mishra, 2020; Kalvettukaran et al.,

2023), entre otros. Por tanto, para calibrar los parámetros y garantizar la calidad en el corte láser con CO₂ es fundamental conocer los parámetros de entrada, inherentes a cada máquina, y definir los parámetros de salida (Zhan et al., 2020).

Por ello, el propósito de la investigación es diseñar y validar un modelo de predicción de corte de MDF de 3 mm de espesor que permita conocer si una combinación de parámetros de velocidad, potencia y PPI puede realizar o no el corte.

La investigación se justifica de forma práctica, social, económica y ambiental. Práctica porque la investigación presenta un modelo que permite conocer de forma virtual el resultado del parámetro de salida (corte) sin la necesidad de hacer un corte físico, lo que automatiza el proceso de decisión de los parámetros correctos de entrada (velocidad, potencia y PPI). Social porque brinda una herramienta que puede ser usada por las medianas y pequeñas empresas (MYPE), el ámbito académico y cualquier persona interesada de forma que le permite minimizar la curva de aprendizaje del corte láser. Económica porque la ejecución de un modelo ya generado permite experimentar con las variables de entrada sin la necesidad de usar material de corte, con lo que se obvian los costos de MDF asociados. Finalmente, ambiental porque la no necesidad de uso de MDF para la experimentación con las variables de entrada permite la disminución de desechos y desperdicios.

Por otro lado, la investigación también presenta limitaciones tanto físicas como de modelo. Físicas porque aun cuando la metodología se puede extrapolar, el estudio se centra en si se puede cortar o no una plancha de MDF de 3 mm. De modelo, porque la validación de esta no llega a una precisión del 100%, con lo que si bien se puede descartar un gran número de combinaciones que no generan corte, aún se deben hacer cortes físicos para comprobar que el modelo haya hecho una predicción correcta.

2. MÉTODO

Los materiales y equipos empleados fueron una cortadora láser GCC LaserPro X252, laptop, plancha de MDF de 3 mm y de 18 mm, calibrador Vernier y fresadora CNC ShopBot. Las variables de entrada fueron velocidad, potencia y PPI. La variable de salida fue la profundidad de corte.

Se obtuvieron 4 probetas de material MDF empleando la fresadora CNC ShopBot. Las medidas de cada probeta son de 300 mm de largo, 20 mm de ancho y 18 mm de alto. Cada probeta fue limpiada y llevada a la cortadora GCC LaserPro X252. Se dibujaron 100, 100 y 152 líneas de corte debidamente rotuladas para la prueba velocidad, potencia y PPI respectivamente en el software CorelDRAW.

Para la prueba de velocidad, se mantuvieron constantes los valores de potencia (50) y PPI (400), y se varió la velocidad entre 0.1 y 100. Estas variaciones comprenden tres tramos: de 0.1 a 3 (incrementa en 0.1), de 3 a 10 (incrementa en 0.2) y de 10 a 100 (incrementa en 1). Debido a la presencia de fuego y un corte fallido, se realizaron 23 cortes adicionales con potencias de 1 y 0. Para la prueba de potencia, se mantuvieron constantes los valores de velocidad (1.5) y PPI (400), y se varió la potencia entre 1 y 100 (incrementa en 1). Debido a la presencia de fuego, se realizaron 39 cortes adicionales con potencias desde 62 hasta 100. Para la prueba de PPI, se planeó mantener constantes los valores de velocidad (1.5) y potencia (70), y se varió el PPI entre 30 y 1520 (incrementa en 10), pero la presencia de fuego obligó a variar la potencia en varios tramos hasta llegar a 15. Por ello, se realizaron 39 cortes adicionales con potencias desde 62 hasta 100.

Las probetas fueron fresadas empleando la fresadora CNC ShopBot por aquella cara donde inicia el corte con el objetivo de disminuir el sesgo en la medición de la profundidad. Con ayuda del calibrador Vernier, cada integrante del equipo midió la profundidad de cada corte. Por tanto, todos los cortes fueron medidos 4 veces para luego ser promediados en el software Microsoft Excel. Los cortes con profundidades mayores a 3 mm fueron catalogados con el valor de 1 (sí

hubo corte) y los cortes con profundidades menores o iguales a 3 mm fueron catalogadas con el valor de 0 (no hubo corte). Los grabados, errores de corte de origen humano y los cortes con fuego fueron omitidos. Luego, se hizo una depuración manual de los datos usando gráficos de dispersión. Finalmente, las combinaciones de variables de entrada (velocidad, potencia y PPI) y su respectiva variable de salida (corte) fueron usadas para alimentar la red neuronal.

Para la obtención del modelo, se aplicó machine learning a través de redes neuronales artificiales. Para la codificación, se empleó el lenguaje de programación Python. Las variables de entrada fueron velocidad, potencia y PPI; y salida, corte (1, sí corta; 0, no corta). Los datos se separaron en un 70% para el entrenamiento y un 30% para las pruebas. Se optó por una combinación de 4 capas ocultas de 6 neuronas cada una. El máximo de iteraciones se configuró en 30 000. Se eligió el solucionador “lbfgs”, ya que este puede converger más rápido y tiene un funcionamiento mejor para un grupo de datos pequeños (scikit-learn, 2023). El modelo buscó una precisión mayor al 99%. El modelo obtenido fue grabado en un archivo de formato “.pkl”. Finalmente, se hizo la codificación para obtener los puntajes de precisión de entrenamiento y prueba del modelo, la matriz de confusión y su validación cruzada.

Para la validación del modelo, se generaron datos aleatorios para las variables de entrada (velocidad, potencia, PPI), se corrieron en el modelo generado para obtener la variable de salida (corte) y los resultados se compararon con los ensayos físicos. Primero, respecto a los datos, se definió el número de pruebas en 60. Luego, se elaboró una serie de combinaciones de parámetros generados aleatoriamente a través del software Microsoft Excel, con la función ALEATORIO. Estos datos se corrieron en el modelo de red neuronal. Luego, se realizaron los ensayos físicos de corte, y se compararon con los datos obtenidos en el modelo.

3. RESULTADOS

Se realizaron 460 cortes variando la velocidad, potencia y PPI. Para las pruebas con parámetro variable de velocidad, se realizaron 123 ensayos de corte. De estos, 61 presentaron corte efectivo, 20 presentaron fuego sin posibilidad de corte, 28 presentaron grabado, 7 no presentaron efecto alguno y 7 fueron descartados debido a errores de medición y fallos en la ejecución de ensayos. El máximo valor de corte fue de 13.35 mm, y el mínimo de 0.21 mm. Para las pruebas con parámetro variable de potencia se realizaron 139 ensayos de corte. De estos 95 presentaron corte efectivo, 30 presentaron fuego con posibilidad de corte, 8 presentaron grabado, 2 no presentaron efecto alguno y 4 fueron descartados debido a errores de medición y fallos en la ejecución de ensayos. El máximo valor de corte fue de 9.90 mm y el mínimo, 0.52 mm. Para las pruebas con parámetro variable de PPI, se realizaron 198 ensayos de corte. De estos, 142 presentaron corte efectivo, 52 presentaron fuego con posibilidad de corte y 4 fueron descartados debido a errores de medición y fallos en la ejecución de ensayos. El valor máximo de corte fue de 9.75 mm y el mínimo, 0.81 mm.

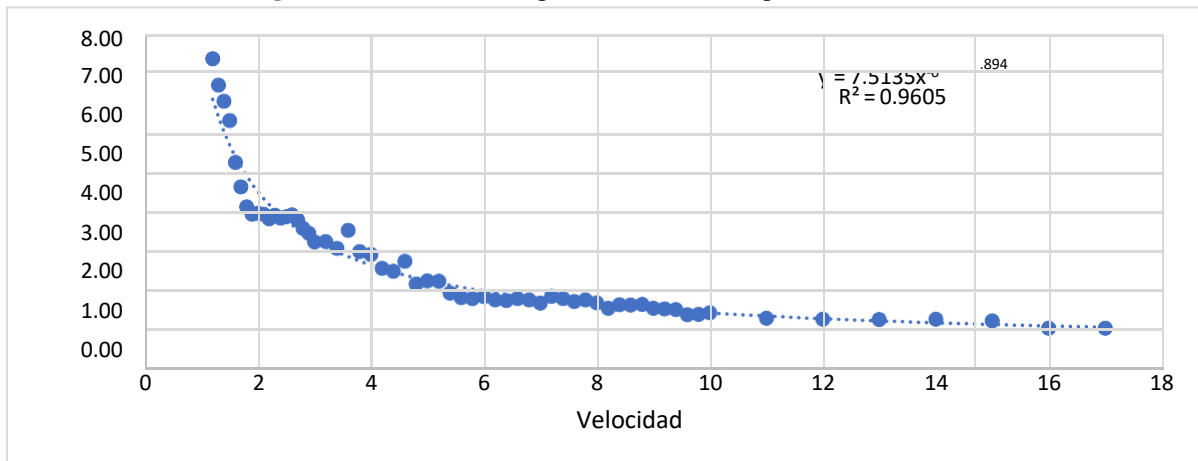
Figura N°1: Pruebas de ensayo de corte en las probetas



Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la depuración manual se presentan a continuación.

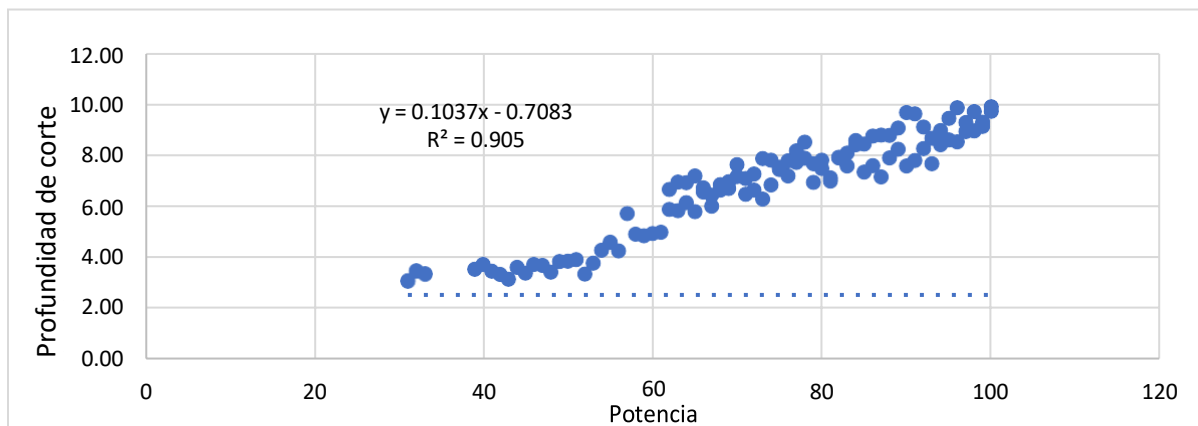
Figura N°2: Gráfico de dispersión velocidad vs profundidad de corte



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 2 se muestra la correlación entre la velocidad de corte y la profundidad de corte para unas condiciones de potencia (50) y PPI (400), en la cual se puede discernir los cortes que se alejan de la línea de tendencia de tipo potencial. Con los datos trabajados se consigue un R cuadrado adecuado con valor de 0.9605. Este valor denota que los datos están muy cerca de la línea de regresión y no ameritan una depuración de datos.

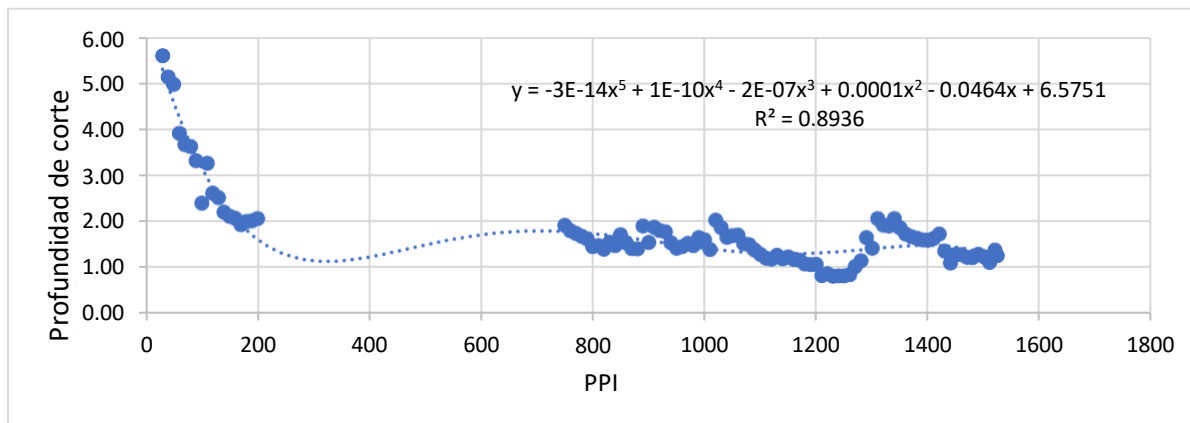
Figura N°3: Gráfico de dispersión potencia vs profundidad de corte



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Figura 3 que los valores de corte se alejan ligeramente de la línea de tendencia de tipo lineal. Con estos valores se consigue un R cuadrado de 0.905, siendo un número adecuado que da a entender la alta cercanía de los valores de corte a la línea de regresión y que no necesita de una depuración manual.

Figura N°4: Gráfico de dispersión de PPI vs profundidad de corte



Fuente: Elaboración propia.

Se puede apreciar en la Figura 4 que hay cierta lejanía de los valores de corte a la línea de tendenciade tipo polinómica de quinto grado, siendo esta línea de regresión la más adecuada para los datos, consiguiéndose un R cuadrado de 0.8936. También se tiene una brecha en los datos mostrados, esto debido a fallas en la toma de datos, por lo cual la línea de regresión se podría ajustar a una tendenciadiferente, consiguiendo un valor de R cuadrado más alto. Además, para lograr esta tendencia, se depuró manualmente un valor extremo.

Los resultados del modelo de red neuronal se presentan a continuación.

Tabla N°1: Resumen de procesamiento de casos

Muestra	N	Porcentaje
Entrenamiento	270	70%
Pruebas	116	30%
Total	386	100%

Fuente: Elaboración propia.

Los datos entregados con los que se alimenta la red neuronal son separados en dos grupos: el primero corresponde al 70% del total, siendo 270 datos que serán utilizados para entrenar el modelo; mientras que el segundo grupo de 116, que corresponde al 30% del total, serán empleados para probar la red neuronal.

Tabla N°2: Matriz de confusión de los datos de entrenamiento y de prueba de la red neuronal

Muestra		Pronosticado		Porcentaje correcto
		No corte	Corte	
Entrenamiento	No corte	97	0	100%
	Corte	0	163	100%
Pruebas	No corte	48	1	99.14%
	Corte	0	67	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 se puede apreciar la precisión que tuvo el modelo para realizar pronósticos respecto

a la variable de salida. Respecto a los datos de entrenamiento, estos presentan una precisión del 100% tanto para predecir cuándo el ensayo resulta en corte o no. Respecto a los datos de pruebas, estos presentan una precisión del 99.14% para predecir cuándo el ensayo resulta en corte, y una precisión del 100% para predecir cuándo el ensayo resulta en corte.

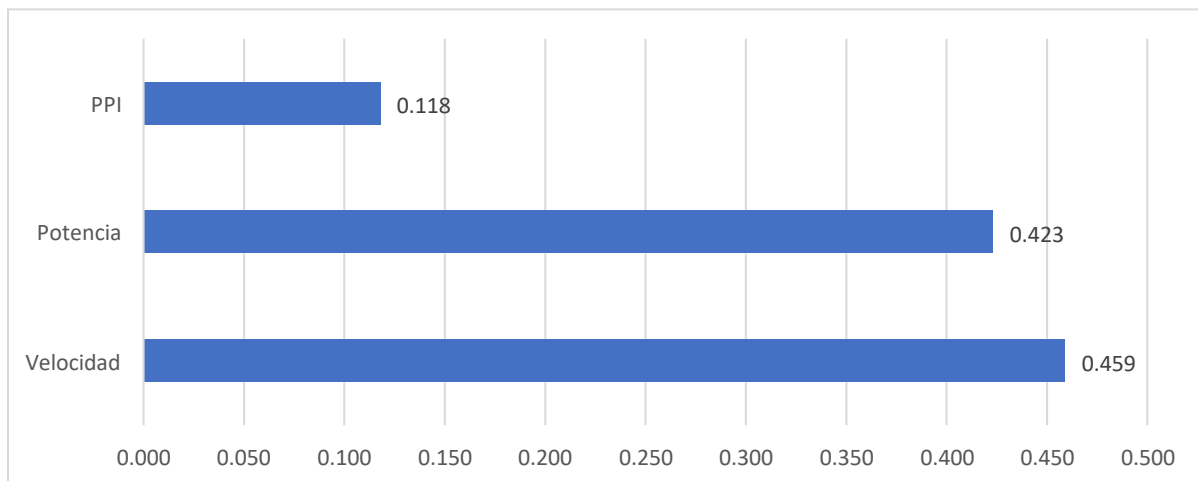
Tabla N°3: Valores de precisión de predicción para la red neuronal

Característica	Valor
Precisión en entrenamiento	100%
Precisión en pruebas	99.14%
Precisión en validación cruzada	97.04%

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3 presenta los valores de precisión de predicción para la red neuronal diseñada. Se obtuvo un valor de 100% en la precisión con datos de entrenamiento, 99.14% en la precisión con datos de pruebas, y 97.04% en la precisión bajo validación cruzada.

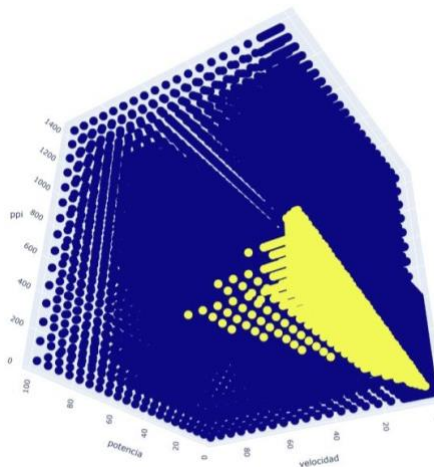
Figura N°5: Importancia de las variables dentro del modelo de predicción



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5 se muestra la importancia que tiene cada parámetro en la profundidad de corte, siendo las variables más importantes la potencia y la velocidad.

Figura N°6: Gráfico de dispersión 3D de los tres parámetros de corte



Fuente: Elaboración propia.

Se puede observar en la Figura 6 una muestra de todas las combinaciones posibles de los parámetros de corte en un gráfico de dispersión 3D, en donde cada eje representa los valores de cada parámetro. En amarillo se aprecian las combinaciones que dieron como resultado un corte efectivo y en azul las combinaciones que no resultaron en corte.

En la validación con los 60 cortes físicos, se encontró que el modelo tiene una precisión del 90%.

En la depuración de resultados se pudo notar que, en las pruebas de velocidad, potencia y PPI, presentaron 49.59%, 68.35% y 71.71% de corte efectivo, respectivamente. Es posible que esto se deba a que el número de cortes efectivos en esta prueba fue mayor para abarcar un rango mayor de posibilidades (30 a 1525). En el caso de la velocidad, 16.26% presentaron fuego sin posibilidad de corte, debido a que 20 ensayos presentaron llamaradas de gran tamaño que no hacían posible continuar con el corte. En cambio, en el caso de la potencia y el PPI, 21.58% y 26.26%, presentaron fuego con posibilidad de corte, lo que implica que, en estos casos, el ensayo continuó debido a que la llama era pequeña e instantánea y sólo al inicio o al final del corte. En el caso de la velocidad y potencia, 22.76% y 5.76%, presentaron grabado; pero no en el PPI, lo que podría ser indicador de que esta variable tiene una importancia baja en el corte.

De los gráficos de dispersión y el valor R cuadrado de sus líneas de tendencia, se comprende que los datos extraídos de las pruebas de corte siguen un patrón común, estando estos cerca de su media, por lo cual son datos adecuados para la elaboración de un modelo de predicción.

La matriz de confusión, en los datos de entrenamiento, presenta una precisión del 100% para predecir tanto el corte como el no corte. Mientras que, para los datos de prueba, predice un corte cuando en realidad el resultado es un no corte. Aun así, el modelo tiene una precisión altísima, ya que llega a predecir el 99.14% de los datos de prueba, siendo que, para el uso en el campo de la ingeniería, se acepta una precisión mínima del 95% y para la ciencia exactas, de 99% (Kim & Choi, 2021).

La precisión obtenida en el entrenamiento del modelo tiene un valor del 100%, siendo superior al 99.14% de las pruebas, por lo cual el modelo tiene un ligero sobreajuste; es decir, se ha entrenado el modelo de tal manera que se ajustó con mayor medida a todos los datos de entrenamiento, ocasionando que el modelo tenga una generalización ligeramente baja a la ideal.

La precisión en la validación cruzada posee un valor de 97.04%, siendo este un valor alto, por lo cual se puede decir que el modelo está mostrando una alta precisión; en consecuencia, el modelo es capaz de generalizar adecuadamente. Los valores de 0.459 y 0.423; correspondientes a la importancia de las variables de velocidad y potencia, respectivamente; son altos y significativamente mayores al valor 0.118 del PPI, por lo cual se infiere que la velocidad y la potencia tienen una alta incidencia en la profundidad de corte, mientras que el impacto del PPI es bajo. Esto demuestra la conjetura sobre la poca importancia del PPI en el primer párrafo de la discusión.

En el gráfico de dispersión 3D de los tres parámetros de corte se puede apreciar que la zona de corte es única y continua, lo que genera una región amarilla que representa la zona donde es posible el corte. Además, también se puede apreciar que la zona de corte es pequeña respecto a total de combinaciones posibles de los parámetros de entrada. Esto es, llegado a un límite, en cualquiera de las variables, ya no es posible realizar un corte.

4. CONCLUSIONES

- El modelo diseñado y validado tiene una precisión de 100%, 99.14% y 90% para el entrenamiento, prueba y validación, respectivamente. Esto es, el modelo predice, en

situaciones reales, uno de cada diez ensayos. Además, la Figura 6, que presenta el resultado de ejecutar el modelo con una muestra significativa del total de posibles combinaciones de parámetros, nos brinda una ayuda visual de los límites en la variación de los parámetros. Esto es, la combinación del modelo y la gráfica dan una herramienta efectiva para conocer los límites donde la máquina puede realizar un corte o no.

- Se desprende, también, que la aplicación de redes neuronales es una herramienta muy efectiva que permite reducir los tiempos de aprendizaje de manejo de parámetros de una cortadora láser para lograr un objetivo concreto, en este caso, el corte. De esa manera, se reducen horas de entrenamiento, necesidad de aprendizaje empírico de prueba y error y, también, costos de materiales.
- La importancia de las variables en la red neuronal también nos aclara que la velocidad y la potencia son muy importantes en el corte, mientras que el PPI tiene una importancia mínima, aunque no irrelevante. Es decir, para lograr el corte deseado, la atención debe centrarse principalmente en la velocidad y la potencia.
- Se recomienda, para un posterior estudio, considerar el DPI como variable de entrada y el kerf como variable de salida.
- Se recomienda realizar un muestreo de datos más disperso y uniforme abarcando una mayor amplitud de combinaciones posibles de parámetros de entrada (velocidad, potencia y PPI), de esta manera se podría conseguir un mejor ajuste y generalización dando, en consecuencia, una mayor precisión del modelo.
- Se recomienda profundizar en el diseño de las redes neuronales debido a que las librerías utilizadas permiten una alta personalización de los modelos programables. Esto es, permite diseñar modelos de redes neuronales muy distintas entre sí, tanto en resultados obtenidos como en precisión.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Chu Acik, C., & Tutus, A.** (2023). Investigation of CNC laser processing performance of some wood species used in industrial product manufacturing. *JOURNAL OF THE FACULTY OF ENGINEERING AND ARCHITECTURE OF GAZI UNIVERSITY*, 38(1), 461-470. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.986215>
- Adelmann, B., & Hellmann, R.** (2021). Simultaneous Burr and Cut Interruption Detection during Laser Cutting with Neural Networks. *SENSORS*, 21(17), 5831. <https://doi.org/10.3390/s21175831>
- Aniszewska, M., Maciak, A., Zychowicz, W., Zowczak, W., Muehlke, T., Christoph, B., Lamrini, S., & Sujecki, S.** (2020). Infrared Laser Application to Wood Cutting. *MATERIALS*, 13(22), 5222. <https://doi.org/10.3390/ma13225222>
- Behbahani, R., Sarvestani, H. Y., Fatehi, E., Kiyani, E., Ashrafi, B., Karttunen, M., & Rahmat, M.** (2023). Machine learning-driven process of alumina ceramics laser machining. *PHYSICA SCRIPTA*, 98(1), 015834. <https://doi.org/10.1088/1402-4896/aca3da>
- Boudjemline, A., Boujelbene, M., & Bayraktar, E.** (2020). Surface Quality of Ti-6Al-4V Titanium Alloy Parts Machined by Laser Cutting. *ENGINEERING TECHNOLOGY & APPLIED SCIENCE RESEARCH*, 10(4), 6062-6067
- Brodesser, A., Hennigs, C., Pfaff, A., Grafe, R., Hustedt, M., & Kaierle, S.** (2019). Demonstration of a mobile laser cutting system for complex rescue operations. *JOURNAL OF LASER APPLICATIONS*, 31(2), 022209.

<https://doi.org/10.2351/1.5096128>

- Cao, Y., Wang, H., Zhao, H., & Yang, X.** (2022). Neural-Network-Based Model-Free Calibration Method for Stereo Fisheye Camera. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2022.955233>
- Darwish, M., Mrna, L., Orazi, L., & Reggiani, B.** (2020). Numerical modeling and Schlieren visualization of the gas-assisted laser cutting under various operating stagnation pressures. *INTERNATIONAL JOURNAL OF HEAT AND MASS TRANSFER*, 147, 118965. <https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2019.118965>
- Elsheikh, A. H., Shehabeldeen, T. A., Zhou, J., Showaib, E., & Abd Aziz, M.** (2021). Prediction of laser cutting parameters for polymethylmethacrylate sheets using random vector functional link network integrated with equilibrium optimizer. *JOURNAL OF INTELLIGENT MANUFACTURING*, 32(5), 1377-1388. <https://doi.org/10.1007/s10845-020-01617-7>
- Fang, B., Ma, C., & Wang, X.** (2023). A composite strategy for high-quality and high-efficiency milling of alumina ceramic via femtosecond laser burst-mode. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY*. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-10938-9>
- Gautam, G. D., & Mishra, D. R.** (2020). Multiple Kerf Quality Optimization in Laser Cutting of BFRP Composite using Grey Relational based Genetic Algorithm. *FME TRANSACTIONS*, 48(3), 636-650. <https://doi.org/10.5937/fme2003636G>
- Guo, X., Deng, M., Hu, Y., Wang, Y., & Ye, T.** (2021). Morphology, mechanism and kerf variation during CO₂ laser cutting pine wood. *JOURNAL OF MANUFACTURING PROCESSES*, 68, 13-22. <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2021.05.036>
- Haddadi, E., Moradi, M., Ghavidel, A. K., Ghavidel, A. K., & Meiabadi, S.** (2019). Experimental and parametric evaluation of cut quality characteristics in CO₂ laser cutting of polystyrene. *OPTIK*, 184, 103-114. <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.03.040>
- Hu, P., Yao, L., Zhang, M., Nie, Z., Ji, E., Lue, Q., & He, Z.** (2020). Femtosecond laser micro-milling dental glass ceramics: An experimental analysis and COMSOL finite element simulation. *CERAMICS INTERNATIONAL*, 46(14), 2214622153. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2020.05.291>
- Hua, J., & Zeng, L.** (2021). Hand-Eye Calibration Algorithm Based on an Optimized Neural Network. *Actuators*, 10(4), Article 4. <https://doi.org/10.3390/act10040085>
- Jadhav, A., & Kumar, S.** (2019). Laser cutting of AISI 304 material: An experimental investigation on surface roughness. *ADVANCES IN MATERIALS AND PROCESSING TECHNOLOGIES*, 5(3), 429-437. <https://doi.org/10.1080/2374068X.2019.1622297>
- Kalvettukaran, P., Keshari, P., & Misra, D.** (2023). Parametric study of laser cutting of glazed ceramic tiles. *JOURNAL OF THE BRAZILIAN SOCIETY OF MECHANICAL SCIENCES AND ENGINEERING*, 45(6), 333. <https://doi.org/10.1007/s40430-023-04247-1>

IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 71, 1-10.
<https://doi.org/10.1109/TIM.2022.3218556>

- Kim, J. H., & Choi, I.** (2021). Choosing the Level of Significance: A Decision-theoretic Approach. ABACUS-A JOURNAL OF ACCOUNTING FINANCE AND BUSINESS STUDIES, 57(1), 27-71. <https://doi.org/10.1111/abac.12172>
- Kubovsky, I., Kristak, L., Suja, J., Gajtanska, M., Igaz, R., Ruziak, I., & Reh, R.** (2020a). Optimization of Parameters for the Cutting of Wood-Based Materials by a CO2 Laser. APPLIED SCIENCES-BASEL, 10(22), 8113. <https://doi.org/10.3390/app10228113>
- Kubovsky, I., Kristak, L., Suja, J., Gajtanska, M., Igaz, R., Ruziak, I., & Reh, R.** (2020b). Optimization of Parameters for the Cutting of Wood-Based Materials by a CO2 Laser. APPLIED SCIENCES-BASEL, 10(22), 8113. <https://doi.org/10.3390/app10228113>
- Li, P., Wang, S., Xiong, B., Tang, X., Tong, Y., Gao, S., Wen, S., Huang, M., Duan, Z., & Chen, Q.** (2022). Laser cutting tobacco slice experiment: Effects of cutting power and cutting speed. OPEN PHYSICS, 20(1), 977-983. <https://doi.org/10.1515/phys-2022-0034>
- Lind, J., Hagenlocher, C., Weckenmann, N., Blazquez-Sanchez, D., Weber, R., & Graf, T.** (2023). Adjustment of the geometries of the cutting front and the kerf by means of beam shaping to maximize the speed of laser cutting. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY. <https://doi.org/10.1007/s00170-023-11215-5>
- Lohr, C., La Fe-Perdomo, I., Ramos-Grez, J. A., & Calvo, J.** (2021). Kerf profile analysis and neural network-based modeling of increasing thickness PMMA sheets cut by CO2 laser. OPTICS AND LASER TECHNOLOGY, 144, 107386. <https://doi.org/10.1016/j.optlastec.2021.107386>
- Lutey, A. H. A., Ascari, A., Fortunato, A., & Romoli, L.** (2018). Long-pulse quasi-CW laser cutting of metals. INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY, 94(1-4), 155-162. <https://doi.org/10.1007/s00170-017-0913-x>
- Madic, M., Mladenovic, S., Gostimirovic, M., Radovanovic, M., & Jankovic, P.** (2020). Laser cutting optimization model with constraints: Maximization of material removal rate in CO2 laser cutting of mild steel. PROCEEDINGS OF THE INSTITUTION OF MECHANICAL ENGINEERS PART B-JOURNAL OF ENGINEERING MANUFACTURE, 234(10), 1323-1332. <https://doi.org/10.1177/0954405420911529>
- Milesan, M., Girdu, C. C., Cirtina, L., & Radulescu, C.** (2020). Mathematical Modelling Study of Hardox400 Steel Parts' Roughness and Hardness, Cut with CO2 Laser. STROJNISKI VESTNIK-JOURNAL OF MECHANICAL ENGINEERING, 66(2), 127-141. <https://doi.org/10.5545/sv-jme.2019.6320>
- Mishra, D. R., Gautam, G. D., Prakash, D., Bajaj, A., Sharma, A., Bisht, R., & Gupta, S.** (2020). Optimization of Kerf Deviations in Pulsed Nd:YAG Laser Cutting of Hybrid Composite Laminate Using GRA. FME TRANSACTIONS, 48(1), 109-116.

<https://doi.org/10.5937/fmet2001109M>

Mushtaq, R. T., Wang, Y., Rehman, M., Khan, A. M., & Mia, M. (2020). State-Of-The-Art and Trends in CO₂ Laser Cutting of Polymeric Materials-A Review. *MATERIALS*, 13(17), 3839.

<https://doi.org/10.3390/ma13173839>

Nagai, K., & Shimizu, K. (2021). Using a High-Power Fibre Laser to Cut Concrete. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, 11(10), 4414. <https://doi.org/10.3390/app11104414>

Nguyen, T. H., Lin, C.-K., Tung, P.-C., Nguyen-Van, C., & Ho, J.-R. (2021). Artificial intelligence- based modeling and optimization of heat-affected zone and magnetic property in pulsed laser cutting of thin nonoriented silicon steel. *INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY*, 113(11-12), 3225-3240. <https://doi.org/10.1007/s00170-021-06847-4>

Orishich, A. M., Golyshev, A. A., Shulyatyev, V. B., Galev, R. V., & Kudryavtsev, A. N. (2018). Beam polarization effect on the surface quality during steel cutting by a CO₂ laser. *JOURNAL OF LASER APPLICATIONS*, 30(1), 012006. <https://doi.org/10.2351/1.5020365>

Pang, H., Haist, T., & Haecker, T. (2021). Absorption of tailored laser beams within 3D laser cutting kerfs. *JOURNAL OF LASER APPLICATIONS*, 33(3), 032007. <https://doi.org/10.2351/7.0000408>

Ruziak, I., Igaz, R., Kubovsky, I., Gajtanska, M., & Jankech, A. (2022). Prediction of the Effect of CO₂ Laser Cutting Conditions on Spruce Wood Cut Characteristics Using an Artificial Neural Network. *APPLIED SCIENCES-BASEL*, 12(22), 11355. <https://doi.org/10.3390/app122211355>

scikit-learn. (2023). Multi-layer Perceptron classifier. scikit-learn. https://scikit-learn/stable/modules/generated/sklearn.neural_network.MLPClassifier.html

Shin, J. S., Oh, S. Y., Park, S.-K., Kim, T.-S., Park, H., & Lee, J. (2021). Underwater Laser Cutting of Thick Stainless Steel in Various Cutting Directions for Application to Nuclear Decommissioning. *JOURNAL OF NUCLEAR FUEL CYCLE AND WASTE TECHNOLOGY*, 19(3), 279-287. <https://doi.org/10.7733/jnfcwt.2021.19.3.279>

Shulyatyev, V. B., & Orishich, A. M. (2018). Microcraters and surface quality in laser oxygen cutting of thick steel sheets. *JOURNAL OF LASER APPLICATIONS*, 30(2), 022003. <https://doi.org/10.2351/1.5008798>

Son, S., & Lee, D. (2020). The Effect of Laser Parameters on Cutting Metallic Materials. *MATERIALS*, 13(20), 4596. <https://doi.org/10.3390/ma13204596>

Tan, H. N., Lin, C.-K., Tung, P.-C., Cuong, N.-V., & Ho, J.-R. (2020). An extreme learning machine for predicting kerf waviness and heat affected zone in pulsed laser cutting of thin non-oriented silicon steel. *OPTICS AND LASERS IN ENGINEERING*, 134, 106244. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2020.106244>

Wang, H. J., & Yang, T. (2021). A review on laser drilling and cutting of silicon. *JOURNAL Ingeniería Siglo XXI · Abril 2024, Vol. 06, N.º 06*

OF THE EUROPEAN CERAMIC SOCIETY, 41(10), 4997-5015.
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2021.04.019>

Zhan, Z., Wang, C., Yap, J. B. H., & Loi, M. S. (2020). Retrofitting ancient timber glulam mortise & tenon construction joints through computer-aided laser cutting. HELIYON, 6(4), e03671. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03671>

Zhang, D., Zhang, G., & Li, L. (2019). Calibration of a six-axis parallel manipulator based on BP neural network. INDUSTRIAL ROBOT-THE INTERNATIONAL JOURNAL OF ROBOTICS RESEARCH AND APPLICATION, 46(5), 692-698. <https://doi.org/10.1108/IR-12-2018-0248>

Ecología Industrial

Industrial Ecology



Srta. Leticia Abigail Adatao Sánchez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



leticia.adatao@unmsm.edu.pe



Sr. Joaquin Paul Jaime Allasi Alfaro
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



joaquin.allasi@unmsm.edu.pe



Srta. Mirella Brigitte Bernardo Huaroc
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



mirella.bernardo@unmsm.edu.pe



**Sr. Jeannpierre Javier Velaochaga
Vicente**
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



jeannpierre.velaochaga@unmsm.edu.pe



Sr. Kevin Yors Vilca Salas
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



kevi.vilcas@unmsm.edu.pe



Srta. Emmy Hilary Vite Pimentel
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



emmy.vite@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

El concepto de ecología industrial trataremos de entenderlo y analizarlo desde el ámbito técnico y académico hasta de los múltiples sectores empresariales, convirtiéndose en una referencia de política ambiental en algunos países. Además, la ecología industrial esta interrelacionada con otras disciplinas como ingeniería, economía y mercadotecnia.

El desarrollo y evolución de la ecología industrial en el Perú será analizada en este artículo, así como su vinculación con otros campos como climatología y ciencia del suelo.

Palabras clave: Ecología, industrialización, economía circular, simbiosis, simbiosis industrial y metabolismo

We will try to understand and analyze the concept of industrial ecology from the technical and academic field to the multiple business sectors, becoming a reference for environmental policy in some countries. In addition, industrial ecology is interrelated with other disciplines such as engineering, economics and marketing.

The development and evolution of industrial ecology in Peru will be analyzed in this article, as well as its connection with other fields such as climatology and soil science.

Keywords: Ecology, industrialization, circular economy, symbiosis, industrial

1. INTRODUCCIÓN

La ecología industrial se define como la preocupación por reducir la producción de residuos en los procesos industriales y gestionarlos adecuadamente para utilizarlos como insumos en otros procesos de producción. Sus orígenes se remontan al artículo "Estrategias de manufactura" publicado en 1989 por Robert Frosh y Nicholas Gallopoulos en la revista "Scientific American". La importancia de esta disciplina radica en conducir al sector industrial hacia un uso más racional de los recursos naturales y considerar aspectos como tecnología, procesos económicos, interrelaciones empresariales, financiamiento, políticas gubernamentales y administración de empresas.

A lo largo del tiempo, la ecología industrial ha adquirido una relevancia vital, expandiendo su concepto desde el ámbito técnico y académico hasta múltiples sectores empresariales, convirtiéndose en una referencia de política ambiental en algunos países. Además, está interrelacionada con otras disciplinas como ingeniería, economía y mercadotecnia.

El desarrollo y evolución de la ecología industrial en el Perú también se analiza, así como su vinculación con otros campos como climatología y ciencia del suelo. La monografía presenta definiciones clave como ecología, industrialización, economía circular, simbiosis, simbiosis industrial y metabolismo.

El documento también muestra casos prácticos a nivel nacional e internacional, que abordan problemáticas relacionadas con la ecología industrial, con el propósito de comprender su influencia y contribución a la creación de sistemas industriales sostenibles.

En resumen, el objetivo de esta monografía es dar a conocer la evolución de la ecología industrial, su definición y su contribución al desarrollo de sistemas sostenibles en el ámbito industrial a nivel internacional y nacional, promoviendo el adecuado uso de los recursos naturales y la preservación del ecosistema, lo que la convierte en un tema de interés para la sociedad.

Figura N°1: Línea de tiempo de la evolución internacional de la Ecología Industrial.



Fuente: Elaboración propia

Figura N°2: Línea de tiempo de la evolución nacional de la Ecología Industrial



Fuente: Elaboración propia

DESARROLLO TEÓRICO

Ecología industrial. En la actualidad se puede definir como el área sistematizada que se encarga de elaborar planes o proyectos que intentan satisfacer todo el funcionamiento de los ecosistemas industriales junto al de los que preservan la biodiversidad. Esta misma busca la interrelación y preservación de las industrias, el medio ambiente y la sociedad que habita en cada localidad donde se realizan estos proyectos (Cervantes, 2007). (Figura 3).

Figura N°3: “Metas de la Ecología Industrial: Los tres elementos de la sustentabilidad, y las interrelaciones entre sus componentes”. (Modificado de VanLoon, 2005).

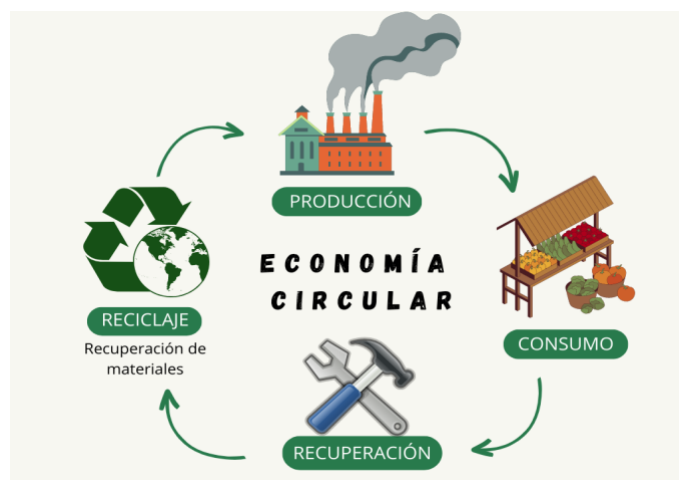


Fuente: Cervantes (2007)

A partir del concepto detallado de Ecología Industrial se puede distinguir algunas herramientas que permitan el estudio significativo de cualquier entidad que se encuentre trabajando en un ecosistema determinado.

Economía circular. Se considera como un modelo de producción que es regenerativo o restaurativo desde su diseño que cuenta como sustento central al reciclaje, la renovación, reutilización y la reducción de recursos naturales con el fin de la obtención de tanto valor que se pueda extraer de un producto o recurso que brinde la realización de sistemas que posibiliten una extensa vida útil de estos mismos recursos, y lograr como fin mayor que estos se mantengan permanentemente dentro del proceso productivo, es decir que el producto por sí solo se renueve y restaure los canales de energía adquiridos y materiales que el mismo requiere para su elaboración (Arroyo, 2018) (Figura 4). La economía circular genera así entonces un desarrollo sostenible a partir de la colaboración y participación de diversos sectores quienes se encuentran vinculados en una relación simbiótica y mediante su intervención consiguen así el beneficio en común que requieren (Cabrera, 2021).

Figura N°4: Esquema del ciclo de la Economía circular.



Fuente: Arroyo (2018)

Simbiosis industrial. Se denomina un grupo de estructuras de aprovechamiento de subproductos o residuos de una compañía distinta, para lograr una disminución y hasta el posible detenimiento de residuos en procesos industriales para la obtención de algún producto. Intervienen entidades dentro de un enfoque abierto de ventaja competitiva que se argumenta mediante el intercambio o aporte de materiales, energía, agua, entre otros bienes que permiten el desarrollo de oportunidades de ventas y una herramienta clave para las eco-innovaciones que no les genere más consumo de recursos propios, sino que a través de la colaboración se genere beneficios para ambas (Journal of cleaner production, 2020).

Metabolismo industrial. Comprende de la integración de un complejo conjunto de procesos físicos que transforman las materias primas y la energía con el trabajo de mano de obra en productos terminados y desechos en estado estacionario. Este concepto se puede aplicar a naciones o regiones, especialmente aquellas que son naturales como cuencas hidrográficas o islas, el análisis regional tiene como punto fundamental la existencia de una frontera o límite geográfico pues a partir de este se puede monitorear los flujos físicos de materiales y energía. Existe una analogía entre los organismos biológicos y las actividades dentro de una industria, no solo por el simple hecho de que ambas sean sistemas de procesamiento de materiales estimulados por un flujo de energía libre, sino por otra parte es que logran a ser ejemplos de sistema disipativos autoorganizados dentro de un estado óptimo. (Ayres, 1994).

Un instrumento adicional que es aprovechado por la ecología industrial son los eco-

indicadores:

Eco-indicadores. Los eco-indicadores, conocidos también como indicadores medioambientales son elementos que ofrecen datos acerca de la situación actual de los ecosistemas y de los cambios en el estado del medio ambiente.

Estos indicadores pueden ser parámetros directos, como medidas u observaciones, o valores derivados a partir de estos parámetros, como modelos. Su objetivo es brindar información sobre las actividades humanas que impactan o son impactadas por el entorno, así como sobre las relaciones entre las variables ambientales. En resumen, los eco-indicadores llegan a ser números que representan el impacto ambiental de un proceso o producto (MINAM, 2010).

En función del concepto de eco-indicadores se tiene el sustento para analizar el ciclo de vida de un producto o servicio.

Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de un producto o servicio. Todos los productos tienen algún impacto en el medio ambiente a lo largo de su ciclo de vida, desde la extracción de las materias primas hasta su eliminación, pasando por la fabricación, distribución, embalaje y uso, cada etapa tiene el potencial de causar daño ambiental.

Durante la extracción de materias primas, se pueden producir la deforestación, la degradación del suelo o la contaminación del agua. La fabricación de productos a menudo requiere el uso intensivo de energía y agua, así como la generación de residuos y emisiones contaminantes.

La distribución y el embalaje también pueden generar emisiones de gases de efecto invernadero y residuos.

Además, durante la utilización de los productos, se puede consumir energía y recursos naturales, lo que puede tener un impacto adicional en el medio ambiente. Por ejemplo, el uso de energía eléctrica o combustibles fósiles para alimentar electrodomésticos o vehículos puede contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero.

Para evaluar adecuadamente el daño ambiental de un producto, es importante tener en cuenta todas las etapas de su ciclo de vida. Esto implica analizar no solo la fase de fabricación, sino también la extracción de materias primas, la distribución, el uso y la disposición final. Solo al considerar todas estas etapas podemos obtener una visión completa del impacto ambiental de un producto y tomar decisiones más informadas para mitigar su impacto negativo (Goedkoop, Effting y Collignon, 1999). (Figura 5).

Figura N°5: “Evaluación del ciclo de vida útil” (Recuperado de Cagna, 2012).



Fuente: Cagna (2012)

2. MÉTODO

En la metodología de este documento, se utilizó un enfoque descriptivo y con esto se logró detallar las características, propiedades o aspectos relevantes del tema abordado. Se proporcionó una descripción clara y precisa de los elementos que se querían destacar.

Además, se empleó un enfoque informativo para brindar datos relevantes y actualizados sobre el tema. Esto implicó recopilar datos, investigaciones o estudios pertinentes y presentarlos de manera clara y comprensible para el lector.

Por último, se adoptó un enfoque documental, lo que implicó utilizar fuentes confiables, como libros, artículos científicos o informes oficiales, para respaldar la información presentada. También se consolidó las normas de citación adecuadas otorgando el crédito pertinente a los autores originales y evitar el plagio.

La combinación de estos enfoques garantizó que el documento sea descriptivo, informativo y respaldado por fuentes confiables, lo que contribuyó a la calidad y objetividad del contenido presentado.

3. RESULTADOS

CASO PRÁCTICO

Caso Internacional: Área industrial de Kalundborg (Dinamarca)

La experiencia de Kalundborg es el más famoso ejemplo de simbiosis industrial y que ahora podríamos englobar de forma más amplia en la "Economía Circular", la cual se expuso anteriormente, se desarrolló en torno a tres temas: residuos, agua y energía.

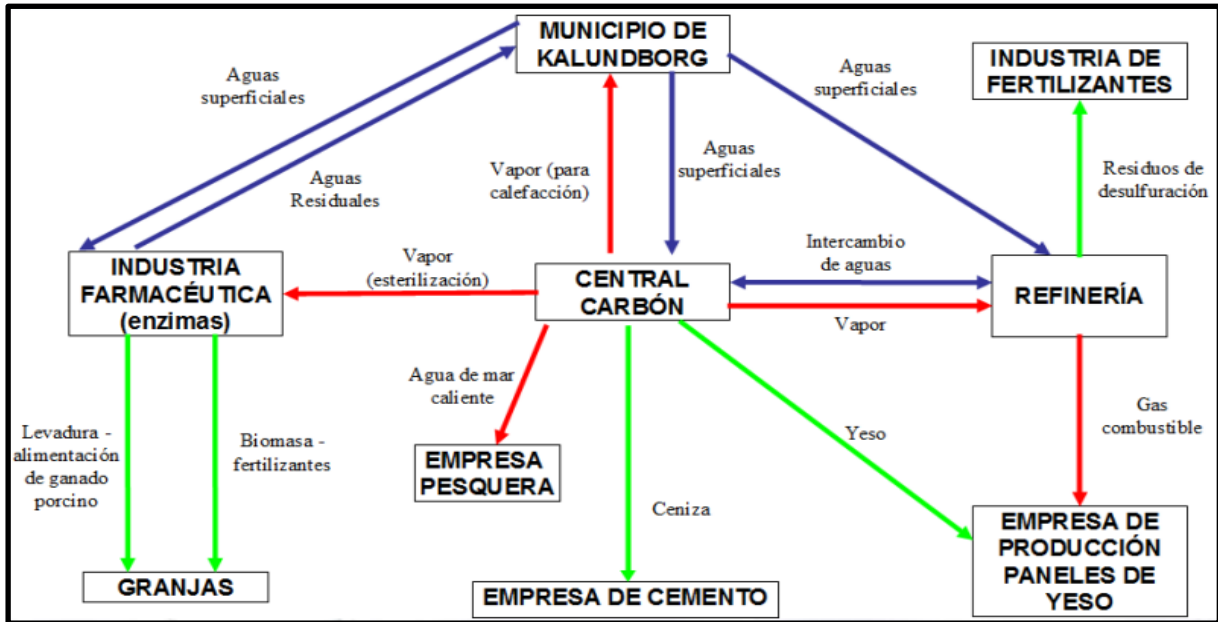
Entre las empresas y la comunidad local se ha establecido un sistema de simbiosis industrial, donde un subproducto de una empresa se convierte en un recurso importante para una o más de las empresas que participan en la red. Desde los años 60 se convirtió en un centro industrial de gran importancia para el país, gracias a la configuración de un parque eco-industrial a gran escala en su región. La sostenibilidad representa uno de los retos claves del siglo XXI, bajo esta premisa las ciudades han empezado a cooperar entre ellos en un esfuerzo por reducir los desechos, la contaminación y compartir eficientemente los recursos de una forma sostenible.

Simbiosis Industrial de Kalundborg ha demostrado que la adopción de un sistema de manejo ecológico de una zona de producción puede generar importantes ahorros de costos y recursos, como:

- Reducción del consumo total de agua en un 25%.
- Servicio de calefacción para 5000 familias.
- Promedio anual de ahorro de 15 M\$.

Las empresas de Kalundborg se han unido en una organización cooperativa coordinada para utilizar los residuos de las demás en un ciclo circular a nivel local. A través de la formación de circuitos cerrados para productos residuales, se forma un peculiar sistema entre empresas y autoridades. Aquí, los desechos y los subproductos fluyen a través de sistemas de producción cuidadosamente organizados, donde los subproductos de una empresa se convierten en materia prima para otra (Figura 6).

Figura N°6: “Ecología industrial y economía circular principios teóricos, estrategias y casos de estudio en el contexto internacional”.



Fuente: Jacobsen (2008)

Caso Nacional: Empresa Cementos Pacasmayo (Perú)

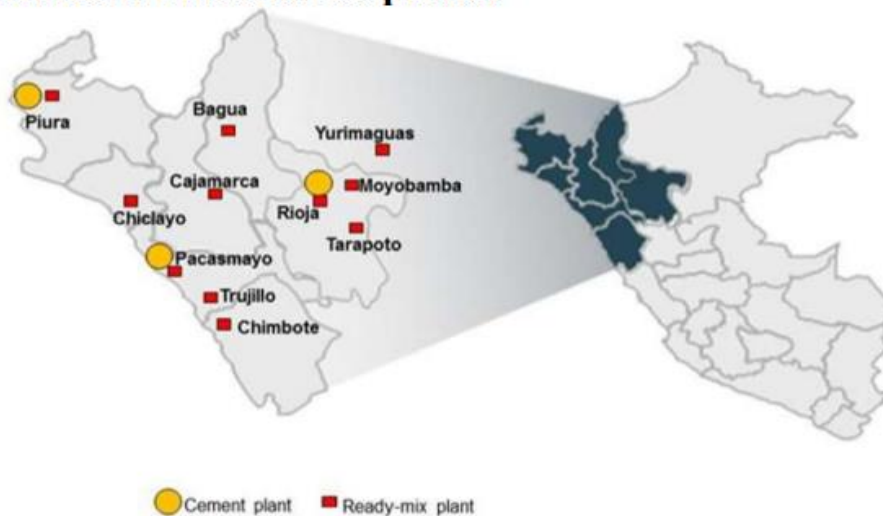
En la industria peruana encontramos diversos casos relacionados a la Ecología Industrial, detallaremos un caso práctico para analizar algunas propuestas que se han realizado para la preservación ecológica del presente ecosistema:

“Fabricación del Clinker de la empresa Cementos Pacasmayo” (Perú)

Dentro de su reporte de sostenibilidad, la empresa indica y demuestra el interés que tiene por identificar y mitigar los impactos negativos que pueda ocasionar el proceso de fabricación y producción de Clinker que vienen elaborando en las ciudades de Piura, Rioja y Pacasmayo (Figura 7).

Figura N°7: “Ubicación de plantas”.

Gráfico 1. Ubicación de plantas

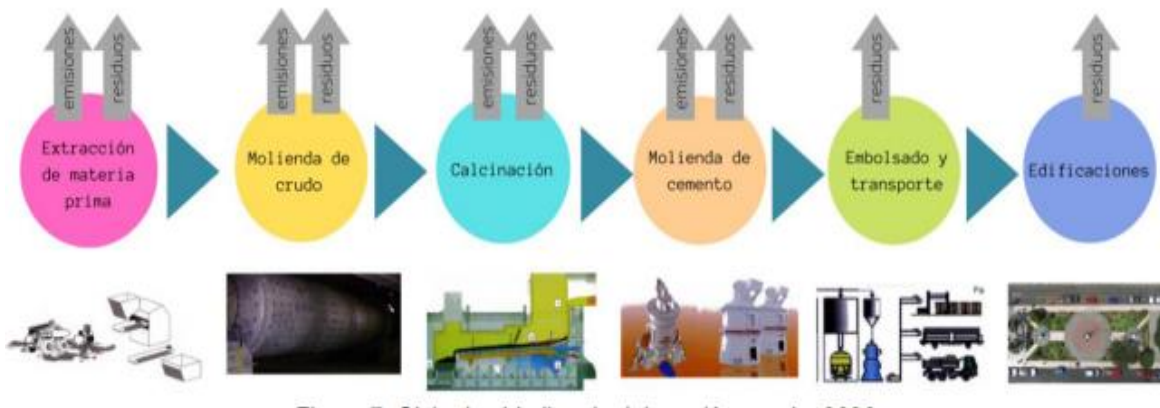


Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A. (2018)

En relación con el concepto de Análisis del Ciclo de vida de un producto precisado en la estructura del desarrollo teórico se identificará los pasos de extracción de materia prima para comprender a detalle como la empresa Pacasmayo desarrolla su trabajo dentro de los lineamientos establecidos por las autoridades nacionales para el cuidado de los ecosistemas (Figura 8).

1. Explotación de canteras: Obtención y transporte de grandes cantidades de roca caliza a planta para su posterior uso.
2. Molienda de crudo: Almacenamiento, clasificación y transporte del crudo a planta para su posterior uso.
3. Calcinación: Homogeneización de la roca caliza fragmentada junto al crudo. Pulverización, precalentado o clinkerización, horneado de material y enfriamiento del Clinker.
4. Empaquetamiento y transporte: Embolsado de material final fragmentado en porciones enumeradas y despacho a plantas de elaboración de cemento.

Figura N°8: “Coprocesamiento de residuos sólidos en el proceso de fabricación de Clinker de la Empresa Cementos Pacasmayo”.



Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A. (2018)

Pacasmayo, una empresa sometida a supervisión estatal, toma medidas basadas en la Ecología Industrial para proteger el ecosistema en su explotación de Clinker. Estas medidas incluyen la implementación de la Economía Circular, optimizando el uso de recursos y reduciendo los residuos. Además, se analiza el Metabolismo Industrial para mejorar la eficiencia y minimizar los impactos ambientales. Asimismo, se utilizan Eco-indicadores para evaluar y monitorear el desempeño ambiental. A continuación, se mencionarán acciones buscan preservar la sostenibilidad y el equilibrio del ecosistema en el que opera Pacasmayo (Figura 8):

Figura N°8: “Coprocesamiento de residuos sólidos en el proceso de fabricación de clinker de la empresa Cementos Pacasmayo”.



Fuente: Cementos Pacasmayo S.A.A. (2018)

ANÁLISIS DE PROPUESTAS EN CASOS PRÁCTICOS INTERNACIONALES Y NACIONALES

A continuación, evaluaremos a detalle las medidas de los casos prácticos presentados:

Caso Internacional: Área industrial de Kalundborg (Dinamarca)

1. **Ciclo cerrado de materiales:** El objetivo principal del parque es fomentar la colaboración entre empresas para intercambiar subproductos y residuos, creando un ciclo cerrado de materiales. Así, los desechos de una empresa se convierten en recursos para otra, reduciendo la generación de residuos y la necesidad de nuevas materias primas. Este enfoque promueve la economía circular y la minimización de residuos.
2. **Intercambio de recursos:** En Kalundborg Eco-Industrial Park, el intercambio de recursos es fundamental. Las empresas comparten vapor, agua caliente y subproductos, lo que reduce costos de producción y minimiza el impacto ambiental. Esta colaboración fomenta sinergias y aumenta la eficiencia en el uso de los recursos disponibles.
3. **Uso de energía residual:** La planta de energía de Asnæs es clave en el parque. Aprovecha el calor y vapor residuales de la producción eléctrica para calentar edificios en Kalundborg y abastecer a las empresas. Esto evita el uso de combustibles adicionales para calefacción y energía térmica, maximizando la eficiencia energética y reduciendo emisiones.
4. **Monitoreo y colaboración:** El éxito del Kalundborg Eco-Industrial Park radica en la colaboración cercana y el intercambio de información entre las empresas. Compartir datos sobre procesos y recursos permite optimizar su uso y obtener beneficios mutuos. Además, el monitoreo constante de flujos de materiales y energía ayuda a identificar áreas de mejora y evaluar el desempeño sostenible del parque.

Caso Nacional: Empresa Cementos Pacasmayo (Perú)

1. **Evitar enfoques que pueden amenazar la supervivencia de las especies en peligro de extinción:** Cementos Pacasmayo muestra preocupación por la biodiversidad al evitar prácticas que afecten a especies en peligro de extinción. Esto contribuye a proteger el ecosistema y mantener el equilibrio natural. La empresa adopta un enfoque responsable en la selección de áreas de extracción y operaciones, implementando medidas de mitigación y conservación.
2. **Identificar e informar todas sus fuentes en cuanto a la emisión de gases de efecto invernadero (GEI):** La transparencia en las emisiones de GEI es crucial para la gestión ambiental. Cementos Pacasmayo muestra su compromiso al identificar y reportar todas las fuentes de emisión, buscando reducir su huella de carbono y mitigar el calentamiento global. Esta información guía la implementación de estrategias y tecnologías para minimizar las emisiones de GEI en todas las etapas de la producción.
3. **Emplear el coprocesamiento como herramienta que reemplaza los combustibles y la materia prima convencional por residuos idóneos en la producción de clinker:** El coprocesamiento es una práctica que utiliza residuos en lugar de combustibles y materiales convencionales para producir Clinker. Esta propuesta fomenta la economía circular y reduce la dependencia de recursos no renovables. Sin embargo, es crucial asegurar que los residuos utilizados sean adecuados y que el proceso se realice de forma segura y controlada para evitar posibles impactos ambientales negativos.
4. **Usar combustibles fósiles y aceites reutilizables de gran poder calorífico para evitar el gasto de los extraídos en el ecosistema:** El uso de combustibles fósiles y aceites reutilizables reduce la extracción de recursos y el impacto ambiental. No obstante, se debe considerar su ciclo de vida completo y cumplir estándares de emisiones y calidad. Es esencial promover la transición a energías renovables y la eficiencia energética para reducir la dependencia de los combustibles fósiles.

5. **Realizar el proceso de extracción de Clinker en suelos contaminados para buscar su regeneración:** La propuesta de Cementos Pacasmayo implica remediación ambiental al usar suelos contaminados para extraer Clinker. Esto rehabilita áreas degradadas y restaura la biodiversidad. No obstante, se debe monitorear continuamente para evaluar impactos y evitar daños adicionales al entorno.
6. **Evitar dejar residuos al culminar el proceso de extracción de Clinker:** La propuesta destaca la gestión adecuada de los residuos en la extracción de Clinker. Cementos Pacasmayo previene la contaminación del suelo y agua, y protege la salud humana y la biodiversidad al evitar residuos no gestionados. La implementación de reciclaje, reutilización y disposición adecuada asegura un manejo responsable y sostenible.

DISCUSIÓN A NIVEL INTERNACIONAL Y NACIONAL SOBRE ECOLOGÍA INDUSTRIAL

Para poder dar a conocer las similitudes y diferencias de cómo se desarrolla la Ecología Industrial tanto a nivel internacional como nacional, usaremos un cuadro comparativo para señalar datos relevantes de ambos:

Cuadro N°1

DINAMARCA	PERÚ
<p>Multilateralidad: Con la participación gubernamental activa en el fomento y apoyo de la Ecología Industrial. Además, existe una red de intercambio establecida y funcional, lo que demuestra una colaboración sólida entre múltiples empresas y sectores industriales.</p>	<p>Unilateralidad: En el Perú, el enfoque se dirige hacia la misma empresa y la adopción de prácticas sostenibles dentro de su operación, en lugar de enfocarse en la interacción entre diversos actores dentro del sector industrial.</p>
<p>Ciclo cerrado de materiales multisectorial: Fomento de la colaboración entre empresas para intercambiar subproductos y residuos.</p>	<p>Ciclo cerrado de materiales unisectorial: Propuestas y medidas para conservar el ecosistema incluyen evitar acciones que pongan en peligro la diversidad biológica y reducir la generación de residuos.</p>
<p>Uso de energía residual: Aprovechamiento del calor residual y vapor generados para su utilización en calefacción y energía térmica.</p>	<p>Uso de energía residual: Uso de combustibles fósiles y aceites reutilizables de alto poder calorífico.</p>
<p>Enfoque de Sostenibilidad: En el enfoque industrial danés enfatiza la utilización de fuentes de energía renovable y la reducción de emisiones.</p>	<p>Enfoque de Sostenibilidad: Pacasmayo se esfuerza por reducir su huella ambiental a través de mejoras continuas en eficiencia energética y reducción de emisiones.</p>

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

La ecología industrial se enfoca en crear sistemas industriales sostenibles mediante la minimización del consumo de recursos naturales, la reducción de residuos y la disminución de la contaminación. A lo largo del tiempo, este campo ha evolucionado gracias a la contribución de diversos autores y expertos, quienes han aportado perspectivas innovadoras para mejorar la eficiencia y sostenibilidad en la industria

Uno de los modelos destacados en este ámbito es el modelo de Kalundborg, conocido por su heterogeneidad, la cual contribuye significativamente a su sostenibilidad. La diversidad socioeconómica presente en este parque eco-industrial mejora la eficiencia en el uso de materiales y aumenta la calidad ambiental. Este modelo pionero utiliza los desechos generados por un proceso industrial como materiales de reciclaje, conformando un plan de reciclaje material que cierra el ciclo de materiales y reduce la dependencia de recursos naturales. La clave de su éxito radica en interconectar distintos procesos productivos, permitiendo el uso económico de los desechos materiales como entradas para otros procesos, protegiendo así las reservas naturales y fomentando una economía circular.

5. BIBLIOGRAFÍA

- 3Resoluciones.** (2014, junio 16). Kalundborg Symbiosis. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=bsldTeQhKYQ>
- Arroyo F.** (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable del sector productivo. *INNOVA Research Journal*, 78–98. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n12.2018.786>
- Ayres, R. U., & Ayres, L. W. (Eds.).** (2002). *A handbook of industrial ecology*. Edward Elgar Publishing. Disponible en: <https://doi.org/10.4337/9781843765479>
- Cabrera, F.** (s/f). *Economía circular: Concepto, implicancias, indicadores y sistemas de monitoreo*. Autora. Bcn.cl. Disponible en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32826/1/Informe_BCN_Economia_Circular_concepto_FINAL.pdf
- Cervantes, G.** (2011). *Ecología Industrial: innovación y desarrollo sostenible en sistemas industriales*. Researchgate.net. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/277180971_Ecologia_industrial_innovacion_y_desarrollo_sostenible_en_sistemas_industriales
- Cervantes, Granados, Herrera, R., & Martínez, R.** (2009). *Ecología industrial y desarrollo sustentable*. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46713055007.pdf>
- Editorial Revista.** (2010). *Indicadores Ambientales. Lecturas de economía*, 43, 121–141. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n43a5006>
- Foundation, E. M.** (s/f). (2015). *Werk trends.nl*. Disponible en: https://www.werktrends.nl/app/uploads/2015/06/Rapport_McKinseyTowards_A_Circular_Economy.pdf
- Frosch, R. A., & Gallopoulos, N. E.** (1989). *Strategies for Manufacturing*. *Scientific American*, 261(3), 144–153. <http://www.jstor.org/stable/24987406>
- Goedkoop M., Effting S, & Cllignon M.** (1999). *Eco-indicador '99*. Com.ar. Disponible en: https://proyectaryproducir.com.ar/public_html/Seminarios_Posgrado/Herramientas/Eco%20indicador%2099%20ca.pdf

- Jacobsen, N. B.** (2008). Industrial symbiosis in Kalundborg, Denmark: A quantitative assessment of economic and environmental aspects. *Journal of Industrial Ecology*, 10(1–2), 239–255. Disponible en: <https://doi.org/10.1162/108819806775545411>
- Meadows, D.H., Meadows, D.L., Randers, J., & Behrens, W.** (1972). “The Limits to Growth”. Disponible en: <https://www.donellameadows.org/wp-content/userfiles/Limits-to-Growth-digital-scan-version.pdf>
- Neves, A., Godina, R., Azevedo, S. G., & Matias, J. C. O.** (2020). A comprehensive review of industrial symbiosis. *Journal of Cleaner Production*. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>
- Princip., D. (s/f).** (2008). Introducción a la Producción más Limpia. Unido.org. Disponible en: https://www.unido.org/sites/default/files/2008-06/1-Textbook_0.pdf
- Quevedo R, Vallejo J. & Morales D.** (2018). Valoración de Cementos Pacasmayo S.A.A. Universidad del Pacífico - Repositorio institucional. Disponibles en: <http://hdl.handle.net/11354/2506>
- Sánchez F. & Pontes A.** (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. <https://www.redalyc.org/pdf/920/92013009010.pdf>
- Trabajo Final de Responsabilidad Social Empresarial.** (s/f). Scribd. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/600884353/TRABAJO-FINAL-DE-RESPONSABILIDAD-SOCIAL-EMPRESARIAL-2>
- Vallino, C. C.** (2010). Nuevos temas de certificación empresarial para la competitividad. *gestiopolis*; [gestiopolis.com](https://www.gestiopolis.com/nuevos-temas-de-certificacion-empresarial-para-la-competitividad/). Disponible en: <https://www.gestiopolis.com/nuevos-temas-de-certificacion-empresarial-para-la-competitividad/>

El impacto de la economía local en la contaminación ambiental en Lima, Perú

The impact of the local
economy on environmental
pollution in Lima, Peru



Sr. Josue Huapaya Campos
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



josue.huapaya@unmsm.edu.pe



Sr. Yuber Jeri Mera
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



yuber.jeri@unmsm.edu.pe



Sr Jerry Panuera Fernandez
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



jerry.panuera@unmsm.edu.pe



Sr. Frank Garcia Huaranca
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



frank.garciah@unmsm.edu.pe



Sr. Cristian Eugenio Mamani Fernández
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



cristian.mamanif@unmsm.edu.pe



Sr. Jose Guizado Choque
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



jose.guizado@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

El presente artículo tratará acerca de los efectos que tiene la economía local en los niveles de contaminación de la ciudad de Lima. Debido a que el crecimiento económico ocasiona problemas en la dimensión ambiental; ante esta situación, Muñoz y Romero (2020) mencionan que el desarrollo de tecnologías y desarrollo económico sin regulación han agravado los problemas ambientales en los últimos tiempos.

Palabras clave: Economía local, niveles de contaminación, crecimiento económico, impacto ambiental

This article will discuss the effects that the local economy has on the pollution levels of the city of Lima. Because economic growth causes problems in the environmental dimension; Given this situation, Muñoz and Romero (2020) mention that the development of technologies and economic development without regulation have aggravated environmental problems in recent times.

Keywords: Local economy, pollution levels, economic growth, environmental impact

1. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, las distintas actividades económicas que se realizan a nivel local en la ciudad de Lima han ido agravando la situación ambiental de la misma. Esta situación resulta perjudicial para la vida en la capital ya que causa la sobreexplotación y el deterioro de los recursos; esto, además de disminuir la calidad de vida genera costos económicos. Reyes et al. (2005) mencionan que la contaminación se considera una externalidad negativa producto de los procesos de producción y de consumo. Ante esto debemos saber cómo se relacionan las distintas actividades económicas con la contaminación ambiental de la ciudad de Lima, Perú.

1.1. Antecedentes Internacionales

Orellana y Lalvay (2018) realizaron una investigación para conocer la importancia del uso de recursos naturales en el desarrollo turístico de el Cañón Chilla, Ecuador. Utilizó una metodología de observación directa aplicando una encuesta dirigida a la población económicamente activa. Llegaron a la conclusión de que es necesario tener una estrategia clara para el manejo de los recursos de los que dispone la población y así mantener el flujo de turistas que asiste cada año, ya que de ellos dependen su principal actividad económica. Arroyo (2018) evaluó los resultados del modelo turístico sol y playa, cuando es utilizado como estrategia económica en la provincia de Manabí; utilizó como metodología, la investigación analítica para estudiar conceptos relacionados al turismo del lugar. Se concluyó que Manabí tiene un gran potencial turístico gracias a sus recursos naturales, sin embargo las actividades de los pobladores han ido deteriorando el entorno, ocasionando que el turismo no se desarrolle en su máximo potencial.

Venturini (2015) en su artículo “Ambiente, sustentabilidad y turismo. La gestión ambiental como perspectiva para el desarrollo turístico sustentable” tuvo como objetivo formular un nuevo modelo para el desarrollo turístico local. A través de una revisión bibliográfica concluyó que el enfoque de desarrollo sustentable puede convertirse en base de redefinición, reestructuración y relanzamiento de zonas turísticas de la Provincia de Córdoba.

Ortega et al (2019) intentó determinar las fortalezas de la resiliencia de la agricultura y la comunidad ante los efectos del cambio global en la cuenca del río Júcar, España, se desarrolló una metodología que involucró la participación activa de agricultores y otros actores locales, seleccionando diversos ECC, en medidas de adaptación ante el cambio climático. Como resultado, se concluyó que la implementación de estrategias adecuadas puede mejorar significativamente la participación de agricultores mediante el uso de métodos de adaptación de suelos.

Sánchez y Tello (2018) propusieron caracterizar la protección del recurso agua en Ecuador y abordar los problemas de contaminación ambiental, enfocándose en la formación ambiental y el tributo por vertido, se desarrolló una metodología cualitativa que incluyó el uso de métodos como histórico-lógico, análisis-síntesis, inducción-deducción y comparación jurídica, esto para analizar la contaminación ambiental en los acuíferos. Como resultado, se concluyó que la contaminación ambiental promueve la auditoría y mejora la competitividad, pero la dependencia de recursos obstaculiza la reforma fiscal verde.

1.2. Antecedentes Nacionales

Soto Benavente et al (2020) realizaron una evaluación de la concentración de metales tóxicos en las tierras agrícolas dejadas tras el abandono de la minería de aurífera en la provincia de Tambobamba, Madre de Dios, tomando como metodología un análisis fisicoquímico de la composición del suelo y un análisis analítico sobre la exposición a tales residuos. De esta manera se concluyó que los alimentos cultivados en aquellas tierras no eran aptos para el consumo lo cual afecta el comercio y cubrimiento de la demanda de aquellos alimentos alrededor del país.

Velázquez et al. (2023) analizaron el impacto que causó el derrame de petróleo en la zona costera de Lima y como el país actuó ante tal situación, para ello se estableció una metodología de investigación exploratoria y un análisis comparativo con otras situaciones similares. De esta manera se llegó a la conclusión que los daños ocasionados por el accidente no fueron solucionados de manera efectiva y rápida lo cual deja en claro la poca normativa ante tales situaciones, además que este accidente generó daños graves en el comercio y turismo en las zonas aledañas a Ancón.

Salas et al. (2019) en su artículo de investigación realizaron una investigación de campo para hallar los testimonios de aquellas personas que probaron este tipo de alimento y detectar los efectos que causaron sobre la salud de estas personas. De esta manera se llegó a la conclusión que aquellos alimentos infectados con plomo provienen de desechos industriales o restos de fertilizantes y estos afectan a los diversos sistemas urinario, pulmonar etc, ante ello existen factores que disminuyen la contaminación de plomo como son el aseo personal antes de ingerir los alimentos, orientación alimentaria y en último caso la quelatoterapia.

Vargas (2005) estableció los factores de riesgos ambientales, principalmente los que se asocian con problemas de contaminación que dañan la salud de las personas. Como conclusión se tiene que existen diversos factores que generan enfermedades en las personas entre ellos están los contaminantes orgánicos como el plomo, plaguicidas contaminados, agentes microbiológicos y químicos dañinos en el agua.

1.3. Antecedentes Regionales

Calla (2010), en su tesis “Calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras” en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, tomando en cuenta la metodología de trabajo de campo, al emplear el Protocolo de Monitoreo de Calidad de Agua del Ministerio de Energía y Minas, en el cual se establecen los lineamientos a seguir al recolectar muestras en zonas afectadas por la actividad minera; determinó que la existencia de iones metálicos que disminuyen la calidad del agua en la cuenca del río Rímac son ocasionados especialmente por la actividad minera, generando una serie de afecciones en los habitantes de San Mateo.

Moreano y Palmisano (2012), en su tesis, evidenciaron el deterioro en la infraestructura de su ciudad universitaria como consecuencia directa de la contaminación en el aire.

Determinaron que el monóxido de carbono es el principal contaminante, proveniente del excesivo tráfico vehicular en una de las principales avenidas aledañas a la ciudad universitaria. Silva et al. (2021) en su artículo de investigación estima el costo económico de la contaminación del aire por partículas en suspensión generado por el transporte vehicular en la ciudad de Lima Metropolitana, utilizando como metodología analizar los casos de mortalidad y morbilidad asociados a la concentración de micropartículas en el aire, recopilando datos sobre sus concentraciones y aplicar estos factores para obtener una estimación del impacto en la salud de la ciudadanía. Se concluyó que el costo económico de la contaminación del aire por material

particulado generado por el transporte vehicular en Lima es relativamente bajo.

Giraldo (2021) en su tesis analiza el impacto de la actividad industrial en el territorio de Lima, utilizando como metodología el mapeo y el reconocimiento de zonas industriales, después se realizó un análisis de contraste con la base de datos del SENAMHI y del MINSA, por último, se realizaron encuestas para el análisis de percepción de las personas sobre la contaminación ambiental producto de la actividad industrial. Se llegó a la conclusión de que este estudio demuestra que la actividad industrial en Lima tiene un impacto en la calidad del aire y la salud de la población.

1.4. Conceptos

1.4.1. Turismo y Desarrollo Local

Puede decirse que el turismo es una estrategia de desarrollo que hace uso de recursos naturales que resultan llamativos o interesantes para personas que no residen cerca.

El turismo se puede definir como el “conjunto de relaciones y fenómenos producidos por el desplazamiento y permanencias de personas fuera de su lugar de domicilio en tanto que dichos desplazamientos y permanencias no están motivados por una actividad lucrativa principal, permanente o temporal”(Hunziker y Krapf, 1942, como se citó en Cruz y Gutierrez, 2019). Podemos decir que el principal motivo de los turistas para visitar lugares diferentes a donde residen es el ocio o las ganas de experimentar experiencias nuevas, diferenciándolo de, por ejemplo, un viaje por negocios que tiene como finalidad principal trabajar. Esto se relaciona a un mayor contacto con recursos turísticos de la localidad, lo cual podría ser motivo de un mayor desgaste de estos.

Tanto el desarrollo local como el turismo son estrategias que dependen de lo que puede ofrecer la localidad. Según Arroyo (2018) el nivel de efectividad que pueden llegar a tener el desarrollo local y el turismo como estrategias de crecimiento económico dependerá de la riqueza natural, social y cultural de la localidad, además del nivel de inversión del gobierno en turno. Por lo cual es necesario un trabajo conjunto entre la población y las autoridades para asegurar la permanencia de los recursos de los que dispone la comunidad.

1.4.2. Resiliencia de la agricultura

La agricultura es una estrategia de desarrollo que se basa en la producción de alimentos y otros productos agrícolas utilizando los recursos naturales disponibles.

Su importancia radica en su capacidad para asegurar la alimentación de la población y contribuir al desarrollo económico de una región. La resiliencia de la agricultura se puede definir como “la capacidad que posee el agroecosistema para recuperarse antes las perturbaciones”(Mier-Tous, J.,2022). Podemos decir que una de las principales motivaciones para la práctica de la agricultura resiliente es la garantía de una producción sostenible y estable en el tiempo, ya que se busca la adaptación y recuperación del agroecosistema frente a situaciones de estrés. Esto se relaciona con que se pueden usar diferentes técnicas en la agricultura, como la rotación de cultivos intercalados o combinaciones de cultivos, esto para una mayor variedad de especies presentes. Esto puede tener un efecto ventajoso en la capacidad de recuperación del ecosistema.

La resiliencia de la agricultura es un aspecto que puede verse afectado por diversas variables. Sin embargo, según Ortega et al (2019) se ha identificado que la implementación de estrategias adecuadas puede mejorar significativamente la participación de agricultores en la adaptación del suelo y, en consecuencia, fortalecer la capacidad de la agricultura para adaptarse a cambios en el entorno.

1.4.3. El comercio

El comercio se ha definido como uno de los principales pilares de la economía, tomando en cuenta su importancia es necesario analizar cómo es afectada por la contaminación ambiental ; a pesar de lo que muchos creen si presenta una relación estrecha con ella y no hablo simplemente del daño a los suelos de agricultura que diariamente son dañados más hasta el punto de ser inservibles para futuras cosechas, sino de otros efectos como la contaminación de ríos y el mar peruano los cuales tienen un alto impacto en las actividades pesquera, ganadera y agrícola generando una escasez de los productos proveniente de estas actividades, esta se verá en la alza de precios y el incumplimiento a la alta demanda de nosotros como consumidores. Esta situación debe ser intervenida por nosotros como consumidores y/o comerciantes con el debido apoyo del estado peruano generando nuevas normativas y sanciones para aquellos que piensan en nuestra situación actual.

1.4.4. Administración sanitaria

La administración sanitaria consiste en el grupo de normativas, gestión y manejos de recursos establecidas por autoridades y responsables de la administración de una área de la salud, sin embargo no siempre se hace de manera adecuada ya que se llegan a presentar malas administraciones produciendo daños perjudiciales al ambiente. Es por esa razón que Bambarén et al (2014) demuestra que ciertos hospitales generan una gran cantidad de desperdicios, además de un mal manejo de los recursos causando un impacto. Haciendo hincapié de lo mencionado también se hace referencia a que el mal manejo de los servicios básicos dentro de áreas de salud producen daños perjudiciales al medio ambiente combinado con la gran cantidad de desechos bio consumibles.

1.4.5. Actividad industrial

La actividad industrial limeña tiene un papel crucial en la transformación de materias primas entre las principales industrias se encuentran la encargadas de generar bienes y servicios, siendo este uno de los principales productores de trabajo hacia la población durante muchos años. Según Calderón (como se citó en Giraldo, 2021), “las migraciones internas de las ciudades de la costa y la sierra entre 1910 y 1920 por una población migrante de clase media a Lima se da porque ésta les ofrecía mejores condiciones salariales” (p. 159-160), de esta manera se volvió un activo importante para el país. Sin embargo desde el enfoque ambiental esta actividad es la primera en dañar al medio ambiente esto debido a la sobreexplotación de materias primas, los medios poco sostenibles para extraerlos y su nulo interés por los efectos que causan sus acciones.

Uno de los últimos daños más perjudiciales para el ecosistema fue el derrame de petróleo en la zona costera de Ancón como lo menciona Velázquez et al. (2023) en su artículo los daños fue un gran impacto negativo hacia la fauna costera y la falta de eficacia a la hora de hacer la limpieza refleja la falta de una correcta normativa. Es por ello que la actividad industrial debe tener como objetivo cuidar el bienestar del medio ambiente recordando que nosotros tenemos una vida recíproca con ella.

1.4.6. Sistema de salud

Sánchez (2014) nos menciona que el sistema de salud limeña es un conjunto de organizaciones, instituciones, dependencias y todos los demás sectores relacionados a las

acciones de salud. A este sistema también están integradas las personas que participan en él, así como las distintas actividades que se realizan.

2. MÉTODO

El diseño de la investigación es cualitativa de carácter descriptivo bajo un diseño documental. Por otro lado también se trabajó con un diseño de carácter interpretativo a través de la teoría fundamentada.

3. RESULTADOS

Orellana y Lalvay (2018) hablan de elaborar una estrategia para la administración de recursos para mantener un considerable número de turistas; sin embargo, Venturini (2015) agrega el componente de la calidad de vida del poblador local, que debe maximizarse a la par de la satisfacción de los turistas.

En ambos casos se menciona la importancia de la participación de las comunidades anfitrionas, pues estas son las más afectadas por las externalidades negativas que genera el turismo. Si bien el turismo trae resultados positivos, como desarrollo económico local, si no

hay una buena administración de los recursos naturales de los que dispone la comunidad, esta actividad dejará de ser rentable a través de los años; pues se dañarían los atractivos turísticos que son el principal motivo de los turistas para arribar a estos lugares.

Velázquez et al. (2023) hablan sobre una situación ambiental que no se pudo resolver con eficacia, asimismo Lescano y Mercedes (2022) hablan sobre los daños que generan las actividades industriales en el ambiente en general, aunque el primer autor se centra en los daños hacia el ecosistema afectado y los otros dos autores en el impacto que causa la contaminación en la salud de los pobladores.

Para ambos casos se destacan como las actividades económicas que están diferidas al comercio atentan directa o indirectamente al medio ambiente generando impactos negativos hasta tal punto que resulta casi imposible volverlo a su estado original, de esta manera atenta contra el ecosistema afectado y a nosotros mismos, que somos quienes habitamos en ella.

Además, ambos autores hablan de un punto en común, la capacidad que tiene el medio ambiente para poder reaccionar ante perturbaciones o contaminantes exteriores, Mier (2022) nos habla de la resiliencia ambiental como técnicas de adaptación ante amenazas externas, mientras que Velázquez et al. (2023) hace referencia a la remediación de especies comerciales como respuesta inmediata ante los derrames de petróleo en Ventanilla.

Salas et al. firman que cada persona es responsable de su cuidado personal por ello tiene que tomar medidas para evitar que el plomo contenidos en varios de los alimentos sea introducido en nuestro cuerpo y así evitar contraer enfermedades mientras que Francisco Vargas (2005) concluye que las enfermedades causadas por la ingesta de plomo contenido en los alimentos depende del estado y de las empresas ya que fueron encontrados en los campos de cultivo y en los procesos industriales es por ello que el estado debe tomar medidas para minimizar la presencia de este contaminante en los productos de consumo de las personas. A pesar de ello ambos autores coinciden en un punto, en que el plomo es uno de los agentes contaminantes que influye de manera negativa en la salud de las personas afectando el sistema renal, sistema cardiovascular entre otros. A pesar que existen diferentes factores que contaminan el medio ambiente y por ende afectan la salud de las personas existen medidas de prevención que ayudan a prevenir y tratar con estos factores contaminantes, uno de ellos es la higiene que es uno de los principales métodos que ayudan a la prevención y disminución de los contaminantes en los diversos productos de consumo.

Giraldo (2022) destaca cómo la actividad industrial y las emisiones de contaminantes afectan la calidad del aire y la incidencia de infecciones respiratorias agudas en la población de Lima. Por otro lado Silva et al. (2021) nos habla de las altas concentraciones de material particulado generadas por la flota vehicular de Lima metropolitana y su impacto en la salud, específicamente en términos de costos económicos asociados a la contaminación del aire.

Ambos estudios ponen de manifiesto la importancia de la participación activa de las comunidades locales para una gestión efectiva de la contaminación y sus efectos en la salud humana. Si no se administra adecuadamente la explotación de los recursos naturales y se toman medidas regulatorias efectivas, tanto en la actividad industrial como en el transporte vehicular, se corre el riesgo de dañar el ambiente y los atractivos turísticos que son esenciales para el bienestar y desarrollo sostenible de la región.

4. CONCLUSIONES

- Tanto el turismo como el comercio aportan al desarrollo económico local; sin embargo también agravan el estado ambiental de la ciudad tanto directa como indirectamente, debido a la generación de residuos sólidos y desgaste de los recursos naturales. En el caso del comercio, durante la producción y consumo de bienes; y en el del turismo, mediante la interacción con los atractivos naturales. En ambos el daño ocasionado al medio ambiente repercute a la población local quien es la más afectada; por lo tanto, se deben plantear estrategias, en las que participen activamente las comunidades que conforman la ciudad de Lima, a fin de lograr un óptimo avance económico sin dejar de lado la calidad de vida de los residentes locales.
- El uso industrial del agua y la resiliencia de la agricultura son factores clave para el desarrollo sostenible de Lima. Si bien el uso industrial del agua puede agotar este recurso natural y provocar escasez de agua, y las actividades industriales pueden impactar negativamente en la calidad del aire y el suelo, la agricultura puede mejorar la resiliencia ante la contaminación. Para abordar estos problemas, es importante implementar medidas de adaptación y resiliencia que promuevan prácticas sostenibles en ambos sectores, involucrando a las comunidades locales y trabajando en estrecha colaboración con los sectores público y privado. Además, se necesitan políticas públicas que promuevan el desarrollo económico junto con la gestión sostenible de los recursos naturales y una educación ambiental a todos los niveles de la sociedad. De esta manera, es posible lograr un equilibrio óptimo entre el desarrollo económico y la calidad de vida de la población local, y garantizar un futuro sostenible para Lima.
- La globalización ha generado nuevos riesgos para la salud de las personas por ejemplo en países industrializados hay un 20% de enfermedades que han sido generadas por diversos factores, (la polución del aire, agua y del entorno en que vivimos). Así como también la exposición a preparados químicos dañinos para la salud, el uso de biocidas y plaguicidas. A pesar de estos factores hay uno que puede considerarse uno de lo más influyentes que es el plomo, este metal pesado se encuentra en el ambiente, en las industrias y que llegan a impregnarse en los alimentos por medio de aguas contaminadas con residuos industriales que se utilizan para regar los campos de cultivo es por ello que son altamente dañinos para salud humana, es por ello que debemos aplicar medidas para minimizar este factor contaminante una de ellas sería el cuidado personal (higiene), la orientación nutricional y en último caso la quelatoterapia.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar Aguilar, E., Reyes Erreyes, K., Ordoñez Contreras, O., y Calle Iñiguez, M.** (2018). Uso y valoración de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico: Caso Casacay, cantón Pasaje, El Oro-Ecuador. *Revista interamericana de ambiente y turismo*, 14(1), 80-88.
- Arroyo Cobeña, M. V.** (2018). Importancia del turismo para el desarrollo local de la provincia Manabí. *RECUS. Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*. ISSN 2528-8075, 3(1). <https://doi.org/10.33936/recus.v3i1.1284>
- Bambarén-Alatrística, Celso, y Alatrística-Gutiérrez de Bambarén, María del Socorro.** (2014). Impacto ambiental de un hospital público en la ciudad de Lima, Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 31(4), 712-715. Recuperado en 04 de julio de 2023, de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342014000400015&lng=es&tlng=es.
- Calla Llontop, H. J.** (2010). Calidad del agua en la cuenca del río Rímac-Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras. *Revista Del Instituto De investigación De La Facultad De Minas, Metalurgia Y Ciencias geográficas*, 13(25), 87–94. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/797>
- Chávez, E. L. Y.** (2019). La ejecución presupuestal de ESSALUD del Perú como un instrumento de gestión. *Pensamiento crítico*, 24(1), 103-120. <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/econo/article/view/16561>
- Cruz Pérez, Y., y Gutiérrez Leyva, J. E.** (2019). Bases teórico – conceptuales de la gestión turística en espacios naturales no protegidos. *ConcienciaDigital*, 2(3), 23-37. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v2i3.854>
- Giraldo, M. M.** (2021). La actividad industrial y su impacto en el territorio: una aproximación del caso limeño (tesis de licenciatura). Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21340>
- Hernández, A.** (2015). Determinantes de la afiliación y acceso a servicios de salud en el Perú: el caso del Seguro Integral de Salud. *Revista Estudios de Políticas Públicas*, 1(1), 213-225. <https://auroradechile.uchile.cl/index.php/REPP/article/view/38376>
- Lescano y Mercedes**(2022).la actividad industrial y su impacto en el territorio:una aproximación a partir de un caso limeño. PUCP. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21340>
- Mier-Tous, J.** (2022). Percepción de los agricultores sobre la resiliencia de los agroecosistemas en el Norte de Colombia. *revistascientificas.cuc.edu.co*. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.18.2.04>
- Moreano Bohórquez, D. I., y Palmisano Patrón, A. S.** (2012). Nivel de afectación de la contaminación atmosférica y sus efectos en la infraestructura del campus universitario debido a la emisión de partículas PM10 y CO. 10, 13, 64-66 <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1763>
- Muñoz, M. y Romero, M..** (2020). Dimensión ambiental del desarrollo local y comunitario. La experiencia cubana. *Estudios del Desarrollo Social: Cuba y América Latina*, 8(Especial No. 1). <https://revistas.uh.cu/revflacso/article/view/5100>
- Orellana Salas, J. A., y Lalvay Portilla, T. D. C.** (2018). Uso e importancia de los recursos naturales y su incidencia en el desarrollo turístico. Caso Cantón Chilla, El Oro, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 14(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-235x2018000100065>

- Ortega-Reig, M.** (2019). Adaptación de la agricultura a escenarios de cambio global. Aplicación de métodos participativos en la cuenca del río Júcar (España). <https://doi.org/10.22004/ag.econ.281233>
- Reyes Gil, R. E., Galván Rico, L. E., y Aguiar Serra, M.** (2005). El precio de la contaminación como herramienta económica e instrumento de política ambiental. *Interciencia*, 30(7), 436-441.
- Salas Marcial, C., Garduño-Ayala, M. A., Mendiola-Ortiz, P., Vences-García, J. H., Zetina-Román, V. C., Martínez-Ramírez, O. C., y Ramos-García, M. D.** (2019). Fuentes de contaminación por plomo en alimentos, efectos en la salud y estrategias de prevención. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 20(1). <https://www.redalyc.org/journal/813/81359562002/81359562002.pdf>
- Sánchez Moreno, F.** (2014). El sistema nacional de salud en el Perú. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 31, 747-753. https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/asset/s/r/pmesp/v31n4/a21v31n4.pdf
- Sánchez, A. F. A., y Tello, L. L. G.** (2018). La contaminación ambiental en los acuíferos de Ecuador. *Vision Contable*. <https://doi.org/10.24142/rvc.n19a4>
- Silva Vivanco, C. ., Mogollon Ñañez, R. J. ., Diaz, S. E., y Chumpitaz Añi, V. C. M. .** (2021). Costo de la contaminación del aire por material particulado generado por el transporte vehicular en Lima Metropolitana. *Natura@economía*, 6(2), 144-166. <https://doi.org/10.21704/ne.v6i2.1944>
- Soto Benavente, Margarita, Rodriguez-Achata, Liset, Olivera, Martha, Arostegui Sanchez, Victor, Colina Nano, Cesar, y Garate Quispe, Jorge.** (2020). Riesgos para la salud por metales pesados en productos agrícolas cultivados en áreas abandonadas por la minería aurífera en la Amazonía peruana. *Scientia Agropecuaria*, 11(1), 49-59. <https://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.06>
- Vargas Marcos, F.** (2005). La contaminación ambiental como factor determinante de la salud. *Revista española de salud pública*, 79, 117-127. https://www.scielo.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/asset/s/r/esp/v79n2/v79n2a01.pdf
- Velasquez Cokche, Aaron, Villalobos Porras, Eduardo, y Wasiv Buendía, José Iván.** (2023). El derrame de petróleo en la refinería La Pampilla y sus efectos en el ecosistema marino costero y la economía local del distrito de Ancón (Lima, Perú). *Revista Kawsaypacha: Sociedad y Medio Ambiente*, (11), A-003. Epub 00 de 2023. <https://dx.doi.org/10.18800/kawsaypacha.202301.a003>
- Venturini, E. J.** (2015). Ambiente, sustentabilidad y turismo. La gestión ambiental como perspectiva para el desarrollo turístico sustentable. *PENSUM*, 1(1).

Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial

Evaluation and control of chemical agents to improve health at work in an industrial organization



Sr. Ancajima, E
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



Ancajima.e @unmsm.edu.pe



Sr. Urtecho, K
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



Urtecho.k @unmsm.edu.pe



Sr. Atero, C
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



Atero.C @unmsm.edu.pe



Sr. Juan Artica,
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



Juan.Artica @unmsm.edu.pe



Sr. Aymara, S.
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



Aymara.S @unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

El uso de agentes químicos y biológicos están cada vez presentes en las organizaciones industriales, y pueden ser una considerable amenaza para la salud en numerosos sectores y lugares de trabajo en todo el mundo

En el presente trabajo se evaluarán y propondrán medidas que tienen como objetivo mantener la óptima salud en el trabajo, mediante la evaluación para la mitigación sobre los agentes químicos, previa identificación de los factores de riesgos químicos que atentan contra la salud ocupacional.

Con investigaciones previas de las condiciones de trabajo, ambiente y salud en una organización industrial se pretende mejorar la valoración del grado de incidencia de la implementación de una cultura de prevención de seguridad para preservar la salud ocupacional integral de los trabajadores.

De esta forma se busca un nuevo enfoque acerca de la prevención de riesgos en el lugar de trabajo que es aplicable en sector económico y de servicios.

Palabras clave: Agentes químicos, Agentes biológicos, Mejora de la salud, Organización industrial

The use of chemical and biological agents is increasingly present in industrial organizations, and can be a considerable threat to health in numerous sectors and workplaces around the world. In this work, measures will be evaluated and proposed that aim to maintain optimal health at work, through the evaluation for the mitigation of chemical agents, after identifying the chemical risk factors that threaten occupational health. With previous investigations of the working conditions, environment and health in an industrial organization, the aim is to improve the assessment of the degree of incidence of the implementation of a culture of safety prevention to preserve the comprehensive occupational health of workers.

Keywords: Chemical agents, Biological agents, Health improvement, Industrial organization

1. INTRODUCCIÓN

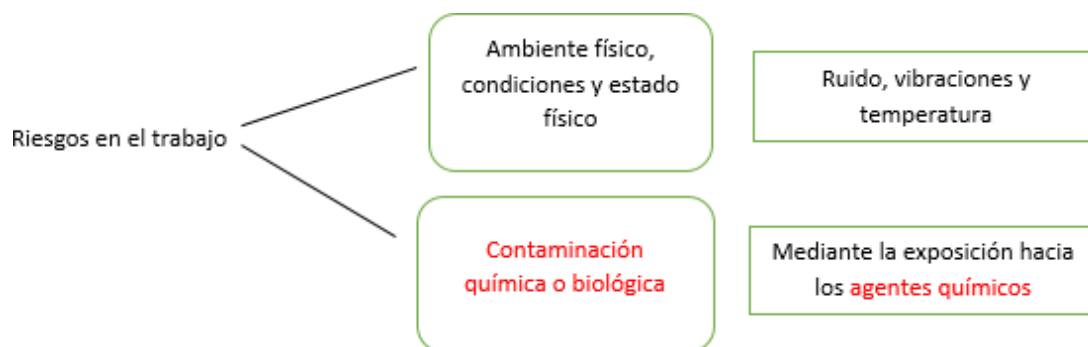
En nuestra vida diaria, muchos productos de consumo contienen sustancias químicas, tales como: pinturas, plásticos, cosméticos, entre otros; los cuales al estar en contacto con ellos se pueden mezclar con nuestro organismo afectándonos de diferentes maneras.

Esta interacción y contacto de toda sustancia o mezcla con el organismo del ser humano, independiente de la forma, en que se produzca, se denomina exposición a un agente químico. Si esta exposición ocurre en los lugares de trabajo, se conoce como exposición laboral.

La salud es un derecho humano, por ello está la Ley N.º 29783 de seguridad y salud en el trabajo la cual promueve la prevención de los empleadores frente a los riesgos que se pueden presentar en el trabajo. Entonces este riesgo laboral es todo aquello que tiene que ver con el trabajo, que tiene la potencialidad de ocasionar daño a los trabajadores.

Así mismo lo podemos clasificar a los riesgos de trabajo en:

Imagen N°1



Fuente: Elaboración propia

El riesgo que se da por contaminación de sustancias químicas o por agentes biológicos es ya conocido por todo el ámbito laboral que van desde irritación de la piel, problemas respiratorios o en casos extremos el cáncer o la muerte.

Debido a que el uso de este tipo de sustancias en las empresas es común para varios escalones de su producción existe una alta probabilidad de dañar la salud del trabajador. Por ello es importante establecer una política o cultura preventiva sobre los riesgos laborales que está expuesto el trabajador y en todo caso mejorar los mecanismos ya existentes.

“Los pilares fundamentales de una estrategia global de SST incluyen la instauración y el mantenimiento de una 2 cultura de prevención en materia de seguridad y salud a nivel nacional, y la introducción de un enfoque de sistemas para la gestión de la SST.”

Organización Internacional del Trabajo 2004. Estrategia global en materia de seguridad y salud en el trabajo

“El fomento y la promoción de una cultura de prevención en materia de seguridad y salud son elementos fundamentales para mejorar los resultados relativos al Sistema de Salud y Trabajo SST a largo plazo.”

Organización Internacional del Trabajo 2004. Estrategia global en materia de seguridad y salud en el trabajo

De acuerdo a la guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos presentes en lugares de trabajo (2017) aprobada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de Argentina en el artículo 4 acerca de principios generales para la prevención de los riesgos por agentes químicos. Nos indica que:

Los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores en trabajos en los que haya actividad con agentes químicos peligrosos se eliminarán o reducirán al mínimo mediante el uso de los principios de la acción preventiva desarrollados en este artículo deben entenderse como una

extensión de los principios enunciados en el apartado 1 del artículo 15 de la LPRL aplicados a las actividades con agentes químicos peligrosos.

Al tomar en cuenta que siempre que se encuentre la presencia de un agente químico peligroso se deberá de tener presente de la existencia de mayor o menor grado, un riesgo, la acción preventiva prioritaria debe ser la eliminación del agente químico peligroso mediante sustitución por otro agente químico que no sea peligroso, o mediante la modificación del proceso que lo genera.

De esta manera se resguarda la **integridad del trabajador** cumpliendo con las normas ya establecidas y prever precauciones dirigidas a disminuir estos incidentes.

Los agentes químicos, biológicos y su exposición

Agentes químicos

El riesgo que poseen las sustancias químicas y sus manifestaciones negativas es muy importante para poder así evaluar y controlar los riesgos y tomar las precauciones y normas pertinentes a desaparecerlos paulatinamente.

El Reglamento CLP, es un nuevo reglamento de Europa que habla de la clasificación, etiquetado y también envasado de sustancias químicas y mezclas químicas, basado en el SGA (Sistema de Gestión Académica).

Se define como exposición cuando alguna sustancia química o de un contaminante (agente químico), se encuentra expuesta y un trabajador puede recibir ser contaminado y sufrir el efecto toxico.

Este contagio se puede dar mediante la interacción y contacto de una sustancia o mezcla con el organismo humano. Entre las principales vías de entrada y absorción tenemos: Digestiva, Respiratoria, Cutánea, Parenteral y de acuerdo al criterio de clasificación pueden ser:

- **Reversibles e irreversibles**, según el caso de recuperación hasta el estado normal y luego de una revisión de las alteraciones biológicas.
- **Agudas o crónicas**, se determina frente al punto de vista clínico según la duración o evolución de las manifestaciones del cuerpo humano.
- **Acumulativos y no acumulativos**, de acuerdo a la velocidad con las que se eliminan estos tóxicos de nuestro organismo.

Y según sus efectos específicos en la salud humana:

- Carcinogénicos
- Muta génica
- Tóxicos para la reproducción

Dentro de ellos se puede clasificar en:

- Sistémicos
- Del Sistema nervioso
- Inorgánicos no metálicos

Agentes biológicos

Según el Real Decreto 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Nos indica que:

Podemos clasificar a los agentes biológicos en cuatro grupos:

- a) Agente biológico del grupo 1: aquél que resulta poco probable que cause una enfermedad en el hombre.
- b) Agente biológico del grupo 2: aquél que puede causar una enfermedad en el hombre y puede suponer un peligro para los trabajadores, siendo poco probable que se propague a la colectividad y existiendo generalmente profilaxis o tratamiento eficaz.
- c) Agente biológico del grupo 3: aquél que puede causar una enfermedad grave en el hombre y presenta un serio peligro para los trabajadores, con riesgo de que se propague a la colectividad y existiendo generalmente una profilaxis o tratamiento eficaz.
- d) Agente biológico del grupo 4: aquél que causando una enfermedad grave en el hombre supone un serio peligro para los trabajadores, con muchas probabilidades de que se propague a la colectividad y sin que exista generalmente una profilaxis o un tratamiento eficaz.

Tabla N°1: Grupo de riesgo de los agentes biológicos

Tabla 1. Grupo de riesgo de los agentes biológicos.			
Agente biológico del grupo de riesgo	Riesgo infeccioso	Riesgo de propagación a la colectividad	Profilaxis o tratamiento eficaz
1	Poco probable que cause enfermedad	No	Innecesario
2	Pueden causar una enfermedad y constituir un peligro para los trabajadores	Poco probable	Posible generalmente
3	Pueden provocar una enfermedad grave y constituir un serio peligro para los trabajadores	Probable	Posible generalmente
4	Provocan una enfermedad grave y constituyen un serio peligro para los trabajadores	Elevado	No conocido en la actualidad

Fuente: Obtenida de https://www.insst.es/documents/94886/96076/agen_bio.pdf/f2f4067d-d489-4186-b5cd-994abd1505d9

Asimismo, según el Real Decreto para determinados agentes se proporcionan indicaciones adicionales, utilizándose, a tal efecto, la siguiente simbología:

A: posibles efectos alérgicos.

Indica que el agente biológico en cuestión puede provocar efectos alérgicos. Entre los efectos destacan los signos característicos de hipersensibilidad relacionados con las infecciones provocadas por los agentes biológicos. Por ejemplo: eosinofilia, asma, edema, urticaria, etc.

D: la lista de los trabajadores expuestos al agente debe conservarse durante más de diez años después de la última exposición.

Esta notación, solo la llevan agentes biológicos clasificados dentro del apartado “virus”. Cuando la exposición sea al resto de los agentes de los grupos 3 o 4 se deben guardar registros (lista e historiales médicos) de los trabajadores expuestos durante al menos 10 años, desde la última exposición. Con el fin de tener un registro ante futuros problemas legales o médicos y tener constancia de la exposición

T: producción de toxinas.

Indica que el agente biológico produce toxinas (exotoxinas) que son las responsables de la sintomatología asociada a la enfermedad que causan.

V: vacuna eficaz disponible

Indica que a día de hoy existe una vacuna eficaz disponible para prevenir o reducir la gravedad de la enfermedad causada por dicho agente

Relación dosis-respuesta

Se conoce como dosis, a los niveles de exposición que causan efectos tóxicos y la clasificación que se tiene de la toxicidad, nos referimos al conglomerado de todos aquellos agentes químicos divididas en simples y comunes que tenemos, conforme a su efecto tóxico más efectivo.

La Dosis-Efecto, es la relación que se da en los niveles de la exposición, y el efecto a nivel individual. Un incremento de la dosis puede incrementar la intensidad de su efecto o su gravedad en el cuerpo humano.

Existen varias formas de medir parámetros los cuales nos dan a conocer los valores máximos permisibles de los agentes peligrosos que ingresan al cuerpo humano, los cuales se expresan generalmente en:

- Partes por millón (ppm), así se expresa el Valor Umbral Límite o VUL (en inglés TLV).
- Miligramos por metro cúbico (mg/m³), así de esta manera se expresa la (Concentración Letal) (CL).
- Miligramos por kilogramo (mg/Kg), de esta manera expresamos a la Dosis Letal (DL).

Valores Limite Ambientales

La idea de establecer el Valor Umbral Límite, para un Agente Químico en los Lugares de Trabajo, está basada fundamentalmente en los siguientes principios:

- Establecer las curvas de las gráficas de Dosis-Respuesta y Dosis-Efecto.
- Dar a conocer el límite del nivel de exposición de los Agentes Químicos, aún, cuando no existe un riesgo significativo laboral.

En la Unión europea, existen dos tipos de Valores Limites Ambientales:

- Exposiciones diarias: se mide y calcula de forma ponderada con respecto al tiempo.

Tabla N°1: Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial

$$ED = \frac{\sum_i c_i t_i}{8}$$

Conociendo que:

c_i = La concentración *i* esima.

t_i = El tiempo que estuvo expuesto el trabajador, en horas, asociado a cada valor c_i .

Fuente: Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17978>

- Exposición de corta duración: Se calcula para cualquier período de 15 minutos a través de una jornada de trabajo diario

Tabla N°2: Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial

$$EC = \frac{\sum_i c_i t_i}{15}$$

Fuente: Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17978>

Valores Limite Biológicos

Se tiene conocimiento de dos tipos de indicadores biológicos con las siglas (IB):

- A. IB de dosis: Mide el grado de concentración de los Agentes Químicos en un medio biológico del trabajador expuesto.
- B. IB de efecto: Puede identificar las alteraciones bioquímicas reversibles.

Sistema de la toma de muestra activo

Es donde se obtiene la muestra de los contaminantes. Constituido por un soporte más la bomba de aspiración del laboratorio.

Las principales herramientas de soporte utilizados para retener contaminantes químicos en aire son:

- a) Los filtros (porta filtros o casetes).
- b) Las soluciones absorbentes (impingers o borboteadores).
- c) Los tubos llamados adsorbentes (generalmente envases de vidrio).

La fórmula o relación matemática de la concentración de un contaminante C , viene expresado por la siguiente expresión:

Tabla N°3: Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial

$$C = \frac{P}{V}, \left(\frac{mg}{m^3}\right)$$

Siendo:

P = La cantidad del contaminante, tomado en la muestra en(mg).

V = El volumen del aire que usamos para el muestreo.

Fuente: Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17978>

EVALUACIÓN DE RIESGOS QUÍMICOS Y TÉCNICAS DE CONTROL.

Evaluación y Control de Agentes Químicos

La higiene operativa se encarga del control de los agentes químicos en los lugares de trabajo, ya sea reduciéndolos o eliminándolos. Es importante en la gestión de riesgos y accidentes causados por estas sustancias, sustituyendo los agentes químicos peligrosos por otros que causen el menor daño posible o que no generen contaminantes dañinos. La sustitución de agentes químicos, especialmente los cancerígenos, mutágenos y peligrosos para la reproducción humana, es crucial. Además, es vital respirar aire limpio y libre de contaminantes tóxicos para mantener la salud humana. La ventilación es una técnica de control que permite reemplazar el aire interior por aire exterior más puro y libre de contaminantes, siendo una herramienta fundamental en la prevención de riesgos químicos.

Medidas higiénicas

Según el Real Decreto 664/1997, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo. Nos indica que:

En todas las actividades en las que exista riesgo para la salud o seguridad de los trabajadores como consecuencia del trabajo con agentes biológicos, el empresario deberá adoptar las medidas necesarias para:

- a) Prohibir que los trabajadores coman, beban o fumen en las zonas de trabajo en las que exista dicho riesgo
- b) Proveer a los trabajadores de prendas de protección apropiadas o de otro tipo de prendas especiales adecuadas.
- c) Disponer de retretes y cuartos de aseo apropiados y adecuados para uso de los trabajadores, que incluyan productos para la limpieza ocular y antisépticos para la piel.
- d) Disponer de un lugar determinado para el almacenamiento adecuado de los equipos de protección y verificar que se limpian y se comprueba su buen funcionamiento, si fuera posible con anterioridad y, en todo caso, después de cada utilización, reparando o sustituyendo los equipos defectuosos antes de un nuevo uso.
- e) Especificar los procedimientos de obtención, manipulación y procesamiento de muestras de origen humano o animal.

Técnicas de control

Debido a la complejidad de la evaluación de mezclas, la tendencia de los gobiernos y las organizaciones ha sido concentrarse en sustancias químicas individuales, cuando desarrollan las estrategias para prevenir las exposiciones que perjudican la salud de los trabajadores en el uso de productos químicos en el trabajo.

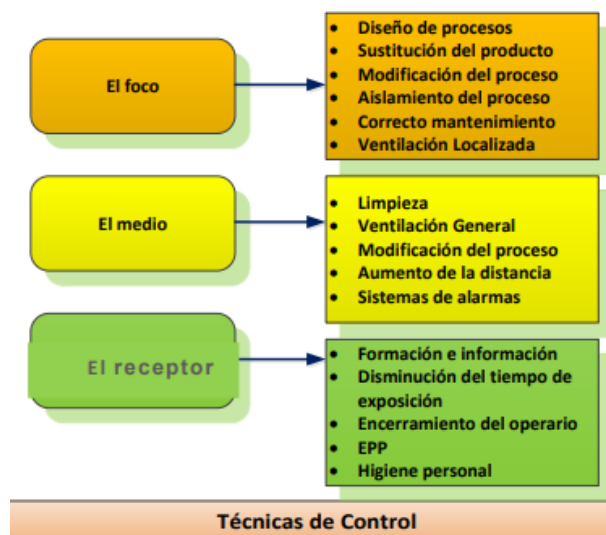
Es por ello que el principal objetivo del sistema de control es mantener los agentes químicos (AQ) por debajo de los Valores Umbral Límites, como los TLV o VLA de acuerdo a las normativas locales.

Organización Internacional del Trabajo 2014, La seguridad y la salud en el uso de productos químicos en el trabajo

“Los valores del Límite de Exposición Profesional (LEP) son normas desarrolladas como directrices que ayudan al control de riesgos para la salud, y los higienistas industriales las utilizan al tomar decisiones sobre los niveles seguros de exposición a diversos químicos y físicos encontrados en el lugar de trabajo, cuando establecen las medidas de control. La derivación e implementación del LEP para las sustancias químicas individuales ha sido el enfoque principal. El LEP es un límite numérico recomendado o requerido para la exposición en el lugar de trabajo. Estos límites comúnmente establecen un nivel de exposición promedio ponderado en el tiempo, que se espera impedirá la mayoría de los efectos en la salud de los trabajadores expuestos a las sustancias químicas durante la jornada completa.”

Estas mejoras de control y manejo de los AQ se concentran en tres áreas tales como el punto de generación el cual busca prevenir la formación de los AQ, el medio de difusión busca evitar la propagación de los AQ y el receptor del contaminante se encarga de evitar que los AQ ingresen al organismo de las personas.

Imagen N°2: Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial



Fuente: Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17978>

Acciones para el control de riesgos

Los encargados deber priorizar que la eliminación total o parcial y para ello se tiene que precisar, que es lo primordial de la contribución del Reglamento REACH, que busca impeler el suplantar por medio del desvanecimiento de unas cuantas sustancias químicas, que son comercializados por parte de las empresas en la actualidad.

- Con respecto a la predeterminación y el uso de protocolos de trabajo, el control técnico para los equipos y materiales así de esta manera disgregar a dicho agente en la mejor forma posible, y así soslayar en lo posible y/o disminuir al mínimo las formas de fuga de los agentes ya sea por difusión al medio ambiente o por cualquier manera de contacto directo con los trabajadores, que pueda percibir contaminantes peligrosos y cuidar la salud y seguridad al máximo de estos.
- Las medidas que tenemos sobre la ventilación y además de otras medidas de cuidado masivo, que son aplicadas de forma preferencial en el lugar de origen del riesgo nocivo, y las medidas de control que las organizaciones puedan llevar a cabo para que pueda suplir estos riesgos para los trabajadores.
- Se cuenta con medidas de protección individual (EPP), de acuerdo con lo dispone en las normas sobre la manera de utilizar los equipos de protección individual, así de manera que cuando las medidas antes mencionadas sean ineficaces y también la exposición o contacto con el agente químico no pueda evitar ni cambiar por otros medios.

Si la finalidad es la eliminación del riesgo las medidas de prevención se aplican al:

- Agente Químico contaminante, se origina a la sustitución total del AQ, por otro que sea menos dañino.
- El proceso o instalación, en la sustitución del agente químico durante el proceso; es la utilización de equipos altamente seguros, esto ocurre con los riesgos de incendios y explosiones.
- Lugar de Trabajo.
- El método de trabajo, con la automatización, la robotización y el Control remoto.

El Convenio de la OIT 1990 (num.170) acerca de la seguridad en la utilización de los productos

químicos en el trabajo proporciona un modelo para la gestión racional de los productos químicos en el centro de trabajo, y dentro de ello se considera que es esencial prevenir las enfermedades y accidentes causados por los productos químicos en el trabajo o reducir su incidencia estableciendo las siguientes medidas:

(a) garantizando que todos los productos químicos sean evaluados con el fin de determinar el peligro que presentan;

(b) proporcionando a los empleadores sistemas que les permitan obtener de los proveedores información sobre los productos químicos utilizados en el trabajo, de manera que puedan poner en práctica programas eficaces de protección de los trabajadores contra los peligros provocados por los productos químicos;

(c) proporcionando a los trabajadores informaciones sobre los productos químicos utilizados en los lugares de trabajo, así como sobre las medidas adecuadas de prevención que les permitan participar eficazmente en los programas de protección, y

(d) estableciendo las orientaciones básicas de dichos programas para garantizar la utilización de los productos químicos en condiciones de seguridad;

El Convenio y otras herramientas son tan importantes hasta la actualidad como lo fueron cuando se aprobaron inicialmente. Los elementos principales del Convenio incluyen todos los requisitos que un empleador necesitaría para poner en práctica la gestión racional de los productos químicos en cuanto a la protección del trabajador y el impacto ambiental. También proporciona detalles importantes de lo que un programa en el lugar de trabajo debe incluir. Debe tomarse nota que este enfoque es coherente con las Directrices relativas a los sistemas de gestión de la seguridad y la salud en el trabajo (ILO-OSH 2001) de la OIT. La siguiente tabla muestra los componentes principales del programa en el lugar de trabajo.

Tabla N°4: Programa de seguridad en el uso de productos en el lugar de trabajo

Programa de seguridad y salud en el uso de productos químicos en el lugar de trabajo	
Elementos del Programa	Componentes incluidos
Deberes, responsabilidades y obligaciones generales	Rol de la autoridad competente; responsabilidades y deberes de los empleadores, trabajadores y proveedores; Derechos de los trabajadores; Información confidencial.
Sistemas de Clasificación	Criterios de clasificación de riesgos; Métodos de clasificación.
Etiquetado y Marcado	Naturaleza y tipo de etiquetado o marcado sobre los contenedores de productos químicos peligrosos.
Fichas de datos de Seguridad de los Productos Químicos	Provisión de información; Contenido de la ficha de datos de seguridad.
Medidas de Control Operativo	Evaluación de las necesidades de control; Eliminación de riesgos; Medidas de control para: riesgos para la salud; productos químicos inflamables, peligrosamente reactivos o explosivos; transporte de productos químicos; eliminación y tratamiento de productos químicos.
Diseño e Instalación	Los sistemas cerrados cuando sean factibles; Áreas separadas para los procesos peligrosos a fin de limitar las exposiciones; Prácticas y equipo que minimicen la liberación; Ventilación por extracción; Ventilación general.
Sistemas de Trabajo y Prácticas	Controles administrativos; Limpieza y mantenimiento del equipo de control; Provisión de almacenamiento seguro para los productos químicos peligrosos.
Protección Personal	Equipo de protección personal; Equipo de protección respiratoria; Ropa de protección; Instalaciones de bienestar e higiene personal; Prácticas para el mantenimiento del equipo y la ropa cuando sea necesario.
Información y Capacitación	Se deberá proveer a los trabajadores expuestos a productos químicos peligrosos información sobre estos productos químicos (etiquetas y fichas de datos de seguridad), y se les deberá capacitar sobre cómo manejarlos de manera segura, qué hacer en una emergencia, y cómo obtener información adicional.

fuente: Obtenido de

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_235105.pdf

Tabla N°5: Programa de seguridad en el uso de productos químicos en el lugar de trabajo

Programa de seguridad y salud en el uso de productos químicos en el lugar de trabajo	
Elementos del Programa	Componentes incluidos
Mantenimiento de los Controles de Ingeniería	Prácticas y procedimientos para mantener los controles de ingeniería en buen funcionamiento.
Seguimiento de la Exposición	Métodos de medición; Estrategia de seguimiento; Mantenimiento de registros; Interpretación y aplicación de datos.
Vigilancia Médica y de Salud	Los exámenes médicos que sean necesarios; Mantenimiento de registros; Utilización de resultados para ayudar a evaluar el programa.
Procedimientos en caso de Emergencia y Primeros Auxilios	Se deberá planificar para anticiparse a posibles emergencias, y tener procedimientos para tratarlas Se deberá disponer de primeros auxilios en el sitio.
Investigación y Reporte de Accidentes, Enfermedades Profesionales y Otros Incidentes	Todos los incidentes deberán ser investigados para determinar por qué ocurrieron, cuáles fueron las fallas en el centro de trabajo o en el plan de emergencia; Se deberá notificar a las autoridades según lo requieran las leyes nacionales.

Fuente: Obtenido de

https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_235105.pdf

Ventilación

Es un proceso por el cual se suministra y elimina aire puro o contaminado por medio de procesos naturales o mecánicos es de gran importancia para los seres vivos debido a qué ayuda en el funcionamiento total de los órganos que conforman el cuerpo humano.

Entre sus principales objetivos tenemos:

- Sustituir el aire contaminado, por aire limpio y puro.
- Retirar los contaminantes del lugar de donde se labora.
- Prevenir la disgregación de los contaminantes hacia zonas no ansiadas.
- Disolver o aminorar el contaminante existente en el aire del Lugar de Trabajo.
- Moderar las condiciones Termo higrométricas del Lugar de Trabajo.

Cuando la ventilación funciona a base de la presión atmosférica se puede clasificar en:

- Ventilación por Sobrepresión o Sistema de Impulsión: se da cuando se induce al aire a un ambiente
- Ventilación por Depresión o Sistema de Extracción: es el resultado de quitar aire a un ambiente

Se conoce dos tipos de Ventilación, pero el que nos interesa prioritariamente es la Ventilación General, también conocida como dilución ambiental, es aquella que se practica en un ambiente de trabajo principalmente.

Este tipo de ventilación posee un problema dado que, al existir contaminantes en el ambiente, primero lo esparce, y luego lo extrae.

La Ventilación General, se clasifica por sus objetivos en:

- a) La Ventilación por dilución para el control de agentes químicos: su objetivo principal radica con relación al control y moderación para la salud, no solo con lo referente al aire contaminado, sino también en casos de incendios y explosiones de gases que colocar en una posición de peligro.
- b) La Ventilación por dilución para el control del calor: es de naturaleza mecánica, forzada o natural, esto depende de las corrientes de aire convectivas que se dan en el medio ambiente, o bien relacionando ambas formas de energía para así puedan lograr su objetivo. Consiste en las condiciones de control Termo higrométricas, que tienen relación con los Lugares de Trabajo donde existe demasiado calor.

EXTRACCIÓN LOCALIZADA

La Extracción llamada también localizada, hace recoger el aire contaminado en el foco, previniendo que se expanda por el ambiente.

Los procesos de ventilación por extracción localizada son en la práctica, la medida de mayor aplicación para el control y evaluación de exposición a Agentes Químicos, en lugares donde se desempeña.

Un sistema de relación por extracción localizada se encuentra compuesta por cuatro partes:

- a) Un ventilador, que es el encargado de poner el aire en movimiento.
- b) Los conductos se encargan de unir a los ventiladores y a los elementos de captación, para ellos se eligen conductos circulares, debido a que producen menores pérdidas por fricción.
- c) El elemento de captación, entre los que destacan las campanas, que las cuales tienen como función principal la creación un flujo laminar de aire, que atrape al contaminante.
- d) Retenedor o depurador, es usado para retener el contaminante. Existiendo los filtros para polvo, los ciclones y lavadores de gases.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL

El Artículo 2 del Real Decreto 773/1997 (España) lo define cualquier equipo de protección personal que se recomienda llevar a los empleados para protegerse de uno o más peligros y una variedad de peligros que pueden poner en peligro su integridad física o su salud en el lugar de trabajo.

Solo se deben usar lo EPP, cuando no se pueda controlar o suspender el riesgo en el foco u origen o no se pueda eliminar todo tipo de riesgos en el medio de transmisión.

Entre los principales requisitos de los EPP, tenemos:

- a) Ergonomía: Un equipo EPP, cuyo uso produzca operaciones o acciones que pueden desarrollar situaciones de riesgo o peligro no es el primordial para las personas.
- b) Materiales constitutivos: Las partes de los cuales están formados los EPP, y sus dables productos de degradación, no tienen que tener consecuencias que perjudiquen la salud laboral de los trabajadores.
- c) Interferencias inadmisibles: Los EPP no deben tener limitantes, al momento de la fijación de posturas y también de percepción de los sentidos en especial.
- d) Adaptación morfológica de los EPP: Se tendrán que adaptar al máximo a la morfología de los trabajadores por cualquier medio; de tal manera como un sistema de ajuste y fijación apropiado al trabajador.

INDICADORES DEL SSGT

Los indicadores de gestión según ley decreto supremo N.º 005-2012-tr

Se comprende que el sistema de seguridad en el trabajo (SSGT) se encuentra formado por un ciclo de mejora continua de Deming o el ciclo de la calidad, se desarrolla de manera objetiva tales como planear, hacer, verificar y actuar.

Los indicadores de estructura se encargan de la estructura miden el planear, los de proceso miden el hacer o la ejecución de un del sistema y los indicadores del resultado son aquellos que analizan el verificar y actuar dentro del sistema.

A. Indicadores de estructura

- Tener una política de seguridad y salud en el trabajo y que esta llegue a todos los trabajadores de la empresa industrial
- La definición de un método para la identificación de peligros dentro de la empresa industrial, su evaluación, valoración de riesgos, matriz iperc, mapa de riesgos
- Tener la existencia de un cronograma de prevención de emergencias que se puedan presentar en la empresa industrial.

B. Indicadores de proceso.

- Tener un plan de contingencia en seguridad y salud en el trabajo
- Tener implementado el plan de las mediciones ambientales, ocupacionales y sus resultados de todo el año.
- Tener un plan de prevención y lo más importante de atención para las emergencias.

C. Indicadores de resultado.

- Vigilar que los objetivos del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo sean cumplidos.
- La evaluación y control de todas las acciones preventivas y correctivas, de la mejora incluidas las acciones generadas en las investigaciones de incidentes accidentes de trabajo 96 y enfermedades laborales, así como las acciones generadas en las inspecciones de seguridad.
- El análisis de los registros de enfermedades laborales y de accidentes de trabajo, así como los incidentes y el análisis del ausentismo.
- El análisis de los resultados de la implementación de las medidas de control de todos los peligros identificados

2. MÉTODO

Es un estudio cualitativo caracterizando a las técnicas de control, ventilador, manejo de agentes químicos entre otros más mecanismos de seguridad y salud para el trabajo, se afirma que son de alta importancia para el bienestar de los trabajadores que se encuentran en constante exposición a agentes químicos.

3. RESULTADOS

Se puede mostrar que las medidas de protección, siendo apoyadas por organismos nacionales e internacionales, reducen con gran notoriedad las posibilidades de contraer enfermedades por inhalación de químicos, quemaduras por agentes químicos, etc. Es por ello de que se busca el cumplimiento de estas medidas para cada trabajador.

La investigación pudo mostrar aspectos esenciales relacionados con la teoría y la práctica de la higiene industrial y la ergonomía en el ámbito profesional de la seguridad laboral, con el propósito de salvaguardar la salud ocupacional mediante la implementación de métodos y técnicas de mitigación en una empresa industrial. El cumplimiento de estas medidas preventivas y correctivas asegura un progreso constante en términos de salud ocupacional en una organización industrial.

El análisis, evaluación y control de agentes químicos en el entorno laboral de una organización industrial mejora la salud ocupacional de los trabajadores. Al identificar los factores de riesgo y evaluar las condiciones de trabajo, ambiente y salud ocupacional, es posible localizar y controlar los agentes y sustancias químicas nocivas para los trabajadores, estableciendo medidas preventivas, correctivas y de mitigación adecuadas. Además, la implementación de una cultura preventiva de seguridad y la práctica de la prevención de sustancias químicas son fundamentales para proteger a los trabajadores y reducir la exposición a enfermedades tóxicas. La higiene operativa, con énfasis en la ventilación, juega un papel crucial en el control de los riesgos químicos. La evaluación de agentes químicos se alinea con los indicadores de gestión establecidos en el sistema de seguridad y salud en el trabajo.

4. CONCLUSIONES

- Para lograr una gestión efectiva de los riesgos químicos, es fundamental seguir la guía que describe la elaboración del manual de procedimientos para la prevención de riesgos laborales, el cual debe incluir políticas, evaluación, planificación y control adecuados.
- Establecer criterios mínimos y fundamentales durante la evaluación inicial o específica de los daños y riesgos causados por agentes químicos es de gran importancia. Esto proporcionará un enfoque metodológico riguroso que permitirá un desarrollo satisfactorio del proceso.
- Es esencial involucrar a los trabajadores y representantes de prevención de riesgos en la gestión del conocimiento y campañas de sensibilización para mejorar la organización industrial. Esto permite identificar y corregir deficiencias en higiene ocupacional y ergonomía en los puestos de trabajo, fortaleciendo así la seguridad laboral.
- Es necesario realizar exámenes médicos ocupacionales regularmente al personal expuesto a agentes químicos en su área de trabajo con el propósito de controlar y reducir los riesgos asociados.
- La organización debe garantizar el suministro de equipos de protección personal (EPP) adecuados y proporcionar capacitación para su correcto uso, asegurando así condiciones de trabajo apropiadas que protejan la salud ocupacional de los empleados.
- Es recomendable implementar programas de inspecciones de seguridad internas y externas de manera periódica para supervisar las condiciones seguras y promover la prevención de riesgos laborales en la organización industrial.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de empleo y seguridad social** (2014). Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos. Madrid [citado el 06 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.insst.es/documents/94886/96076/agen_bio.pdf/f2f4067d-d489-4186-b5cd-994abd1505d9
- Organización Internacional del Trabajo** (1990) Convenio sobre los productos químicos,1990(num170). Ginebra [citado el 06 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.ilo.org/dyn/normlex/es/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO::P12100_ILO_CODE:C170
- Organización Internacional del Trabajo** (2014). LA SEGURIDAD Y LA SALUD EN EL USO DE PRODUCTOS QUÍMICOS EN EL TRABAJO. [citado el 06 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_235105.pdf
- Organización Internacional del Trabajo** (2022). Directrices técnicas sobre riesgos biológicos en el entorno de trabajo. Ginebra. [citado el 06 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_dialogue/lab_admin/documents/meetingdocument/wcms_846256.pdf
- Organización Internacional del Trabajo** (2004). ESTRATEGIA GLOBAL EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO. [citado el 06 de julio de 2023]. Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/policy/wcms_154865.pdf
- Saavedra, J.** (2020). Evaluación y control de agentes químicos para la mejora de la salud en el trabajo en una organización industrial. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM. [citado el 03 de julio de 2023]. Disponible en: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/17978>

Gestión de conflictos socioambientales

Socio-environmental conflict management



Srta. Aracely Betsi Velarde Maytan
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



aracely.velarde@unmsm.edu.pe



Sr. Luis Alberto Ruiton Vicharra
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



luis.ruiton@unmsm.edu.pe



Srta. Alexandra Cristina Roncal Soto
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



alexandra.roncal@unmsm.edu.pe



Srta. Rut Nicol Serrano Cervantes
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



rut.serrano@unmsm.edu.pe



Srta. Analucia Valderrama Sosa
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



analucia.valderrama@unmsm.edu.pe



Srta. Dulce Victoria Gomez Ventocilla
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



dulce.gomez@unmsm.edu.pe



Sr. Aldair Francisco Andrade Granda
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



aldair.andrade@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

Los conflictos socioambientales que surgen a partir de una ineficaz gestión o administración de los recursos naturales, materiales y energía en la naturaleza, pertenecientes a la biodiversidad, especialmente la variedad de ecosistemas, los cuales son almacenes de riqueza genética y especies; causan impactos negativos en las comunidades, de las cuales son su espacio de vida. El presente trabajo de investigación, tiene como objetivo aportar a la reflexión, toma de conciencia y conocimiento sobre la gestión de conflictos socioambientales que se dan a nivel nacional e internacional, brindando instrumentos y recomendaciones para tratar de manera efectiva las dificultades que se atraviesan en cada una de las respectivas etapas de un conflicto de esta naturaleza. Se puede destacar la relevancia de este trabajo de gestión de conflictos socioambientales.

Palabras clave: Conflictos socioambientales, Recursos naturales, Ecosistemas

Socio-environmental conflicts that arise from ineffective management or administration of natural resources, materials and energy in nature, belonging to biodiversity, especially the variety of ecosystems, which are storehouses of genetic wealth and species; They cause negative impacts on the communities, of which they are their living space. The objective of this research work is to contribute to reflection, awareness and knowledge about the management of socio-environmental conflicts that occur at the national and international level, providing instruments and recommendations to effectively deal with the difficulties experienced in each one of the respective stages of a conflict of this nature. The relevance of this work on managing socio-environmental conflicts can be highlighted.

Keywords: Socio-environmental conflicts, Natural resources, Ecosystems

1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de los años, han ocurrido varios desastres ambientales con graves consecuencias en diferentes partes del mundo. En la década de 1980, ocurrieron desastres como la liberación de gases tóxicos en Bhopal (India), el accidente nuclear en Chernóbil (Ucrania) y el derrame de petróleo del Exxon Valdez en Alaska (Estados Unidos). Estos desastres se consideran evidencia de la crisis ambiental a nivel global. Sin embargo, en las décadas de 1960 y 1970, los problemas ambientales comenzaron a ganar visibilidad y a formar parte de la agenda política internacional. En ese momento, se creía que los impactos ambientales eran limitados a áreas específicas y temporales. Se prestaba más atención a la contaminación industrial y agrícola, así como a la conservación de áreas naturales y especies únicas. Sin embargo, esta percepción cambió rápidamente. En la década de 1990, los problemas ambientales adquirieron un carácter global, como el debate sobre el agujero de la capa de ozono y los efectos de los gases de efecto invernadero. En la actualidad, la crisis climática es uno de los problemas ambientales más urgentes del siglo XXI.

En la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo en 1992 se destaca la importancia de las personas y su calidad de vida en el desarrollo económico. Existen dos escuelas teóricas referidas al tema de los conflictos ambientales. La primera se basa en el conflicto ambiental, indica las dificultades para que las externalidades ambientales sean asumidas por quienes las originan. La segunda, al conflicto socioambiental, y las tensiones que se crean por la dificultad para definir la propiedad y distribución equitativa de los recursos.

2. MÉTODO

El diseño de la investigación es cualitativa de carácter descriptivo bajo un diseño documental. Por otro lado también se trabajó con un diseño de carácter interpretativo a través de la teoría fundamentada.

3. RESULTADOS

Los mecanismos de gestión de conflictos socioambientales está mejorando alrededor de los años, ya que se pudo ver que en años anteriores no se daba de manera efectiva, gracias a las leyes y declaraciones que se dan por las autoridades.

¿ Qué es un conflicto socioambiental?

Los conflictos socioambientales surgen como resultado de la resistencia de la sociedad a las actividades, principalmente económicas, que tienen o pueden tener un efecto adverso sobre el medio ambiente y también sobre los derechos humanos.

Principales causas del origen de conflictos socioambientales:

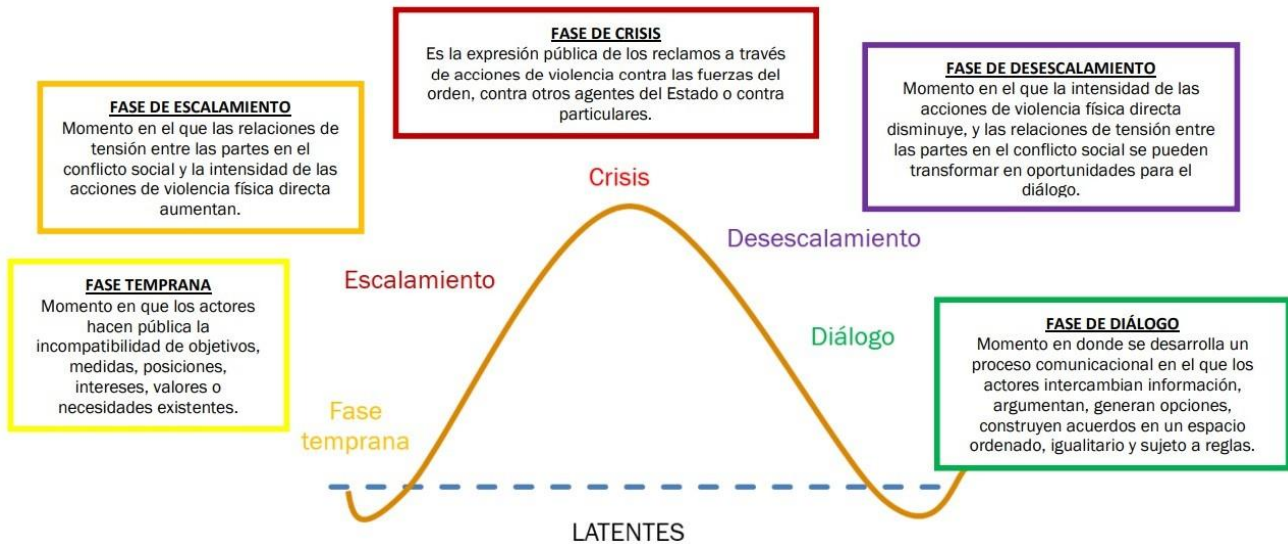
Existen diversas causas que provocan la aparición de estos conflictos, es por ello que se dificultan las acciones de prevención que realiza el Estado. Para la Defensoría del Pueblo las principales causas son:

- El temor de gran parte de la ciudadanía a la contaminación que las diversas actividades extractivas podrían generar.
- El desacuerdo de parte de las poblaciones excluidas y discriminadas, que consideran injusto el enriquecimiento de terceros a costa de tierras.
- La permanente desconfianza por parte de la sociedad, hacia la capacidad del Estado para prevenir la degradación y contaminación del espacio vital.
- Varias de las actividades extractivas pueden generar diversos impactos negativos que incentivan a la aparición de conflictos internos. (Magallanes, 2014)

Fases de un conflicto socioambiental:

Cada conflicto social experimenta diversas fases a lo largo de su desarrollo. En el siguiente cuadro se definirá cada una de estas fases.

Figura N° 1: Reporte De Conflictos Sociales N.º 231



Fuente: Defensoría Del Pueblo (2023)

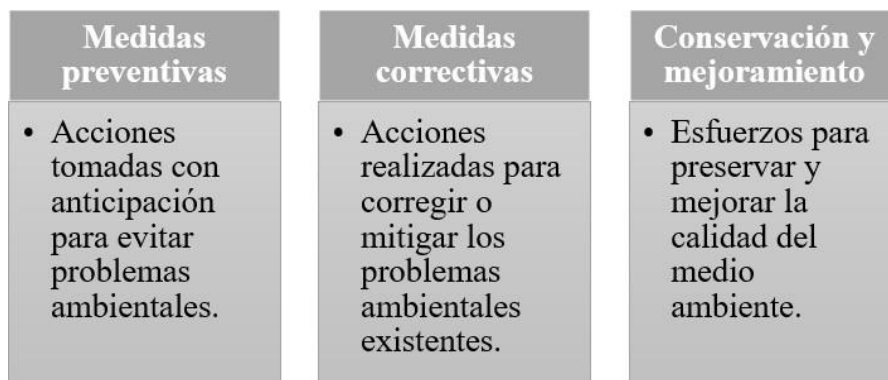
Sostenibilidad Y Su Relación Con Los Conflictos Socioambientales

Gestión Ambiental

La gestión ambiental se refiere a todas las acciones que se realizan y cómo estas se planifican para cuidar el medio ambiente. Esto implica organizar las actividades humanas de manera que no dañen el entorno natural. El objetivo es mejorar la calidad de vida evitando o reduciendo los problemas que afectan al medio ambiente.

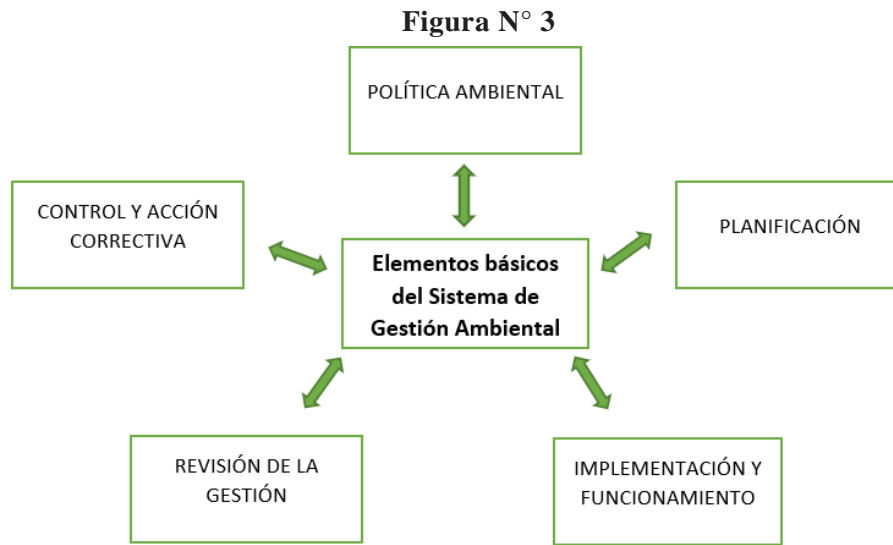
Existen diferentes herramientas e instrumentos para llevar a cabo la gestión ambiental. Estos pueden ser clasificados en varias categorías:

Figura N° 2



Fuente: Elaboración propia

Elementos básicos del Sistema de Gestión Ambiental:

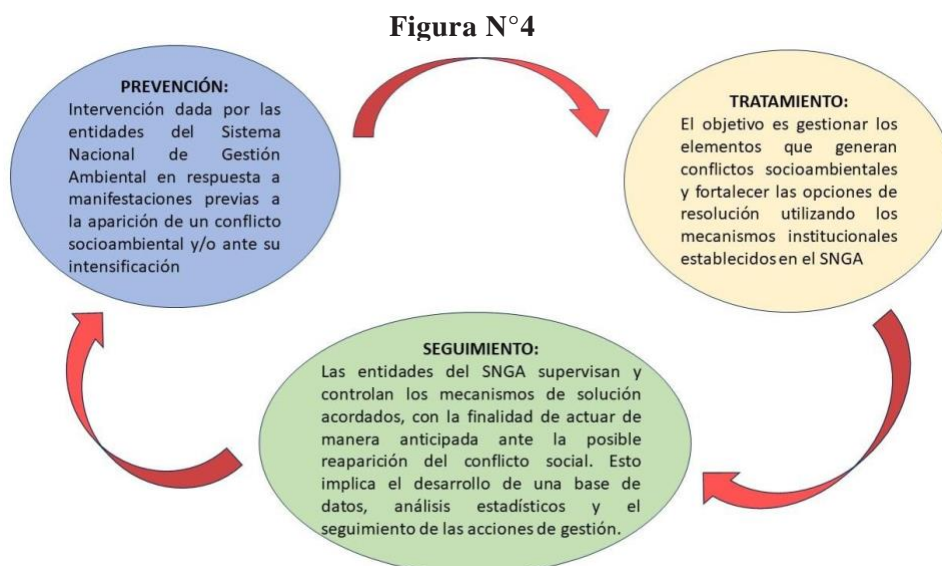


Fuente: Elaboración propia

Métodos de Gestión de Conflictos Socioambientales

El órgano encargado de brindar asesoramiento y orientación en el sector ambiental es la Oficina General de Asuntos Socio-Ambientales (OGASA), su responsabilidad radica en desarrollar y formular estrategias para llevar a cabo acciones preventivas, de análisis, gestión y resolución de conflictos socioambientales. La entidad de estructura organizativa con autoridad normativa a nivel nacional es la Secretaría de Gestión Social y Diálogo (SGSD) de la PCM, Presidencia del Consejo de Ministros, la cual se encarga de las áreas relacionadas con la prevención, gestión del diálogo en los territorios y resolución de conflictos sociales (MINAM, 2022).

Según el MINAM (2022) existen varias líneas de acción para la gestión de los conflictos socioambientales, pero los principales son:



Fuente: Elaboración propia

Marco Normativo

Un marco normativo en torno a un conflicto socioambiental es la base legal o jurídica donde se asientan los reglamentos para la regulación y orientación del manejo de conflictos de esta naturaleza. Esto otorga una resolución íntegra, imparcial y sostenible desde un punto de vista social y ambiental, significando así beneficios clave como:

- Protección del medio ambiente.
- Responsabilidad y rendición de cuentas.
- Promoción de la participación ciudadana.

ISO 26000

Uno de los puntos establecidos en el documento oficial de ISO 26000 establece que:

El comportamiento de una organización debería basarse en los valores de la honestidad, equidad e integridad. Estos valores implican la preocupación por las personas, animales y medio ambiente, y un compromiso de tratar el impacto de sus actividades y decisiones en los intereses de las partes interesadas (ISO, 2010, p.11).

Declaración de las naciones unidas sobre los derechos de los pueblos indígenas:

La Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los Pueblos indígenas establece en su artículo 8 que “Los Estados establecerán mecanismos eficaces para la prevención y el resarcimiento de todo acto que tenga por objeto o consecuencia despojarlos de sus tierras, territorios o recursos” (ONU, 2007, p.5).

Dicha declaración también establece en su artículo 10 que:

Los pueblos indígenas no serán desplazados por la fuerza de sus tierras o territorios. No se procederá a ningún traslado sin el consentimiento libre, previo e informado de los pueblos indígenas interesados, ni sin un acuerdo previo sobre una indemnización justa y equitativa y, siempre que sea posible, la opción del regreso (ONU, 2007, p.6).

Ley n° 30215, ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos:

La Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos establece en su artículo 1 que “La presente Ley promueve, regula y supervisa los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos que se derivan de acuerdos voluntarios que establecen acciones de conservación, recuperación y uso sostenible para asegurar la permanencia de los ecosistemas” (Ley 30215, 2016, p.1).

Dicha ley también establece en su artículo 5 que “Mediante la retribución por servicios ecosistémicos, los contribuyentes de dicho servicio perciben una retribución condicionada a la realización de acciones de conservación, recuperación y uso sostenible de las fuentes de los servicios ecosistémicos por parte de los retribuyentes” (Ley 30215, 2016, p.2).

Ley n° 28611, ley general del ambiente:

La Ley General del Ambiente establece en su artículo 3 que “Toda persona tiene el derecho a participar responsablemente en los procesos de toma de decisiones, así como en la definición y aplicación de las políticas y medidas relativas al ambiente y sus componentes” (Ley 28611, 2017, p.1).

Dicha ley también establece en su artículo 4 que:

Toda persona tiene el derecho a una acción rápida, sencilla y efectiva, ante las entidades administrativas y jurisdiccionales, en defensa del ambiente y de sus

componentes, velando por la debida protección de la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, así como la conservación del patrimonio cultural vinculado a aquellos (Ley 28611, 2017, p.1).

Ley n° 28245, ley marco del sistema nacional de gestión ambiental:

La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental establece en su artículo 1 que “La presente Ley tiene por objeto asegurar el más eficaz cumplimiento de los objetivos ambientales de las entidades públicas” (Ley 28245, 2004, p.1).

La presente ley también establece en su artículo 2 que:

El Sistema Nacional de Gestión Ambiental se constituye sobre la base de las instituciones estatales, órganos y oficinas de los distintos ministerios, organismos públicos descentralizados e instituciones públicas a nivel nacional, regional y local que ejerzan competencias y funciones sobre el ambiente y los recursos naturales; así como por los Sistemas Regionales y Locales de Gestión Ambiental, contando con la participación del sector privado y la sociedad civil (Ley 28245, 2004, p.1).

La gestión de conflictos socioambientales busca incentivar y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos y el cumplimiento de los objetivos ambientales por parte de las empresas, esto se logra mediante la aplicación de la Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Para el cumplimiento de este objetivo cabe recalcar al Macroproceso de Fiscalización Ambiental del Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), ente rector del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA) y fiscalizador de las Entidades de Fiscalización Ambiental (EFA). Este mecanismo cuenta con cuatro subprocesos: Evaluación, Supervisión Directa, Fiscalización - sanción y Aplicación de incentivos, lo que fomenta dentro de las empresas un enfoque de producción sostenible y acorde al crecimiento económico, ambiental y social (OEFA, 2014).

4. CONCLUSIONES

- En primer lugar, se ha discutido sobre las causas y las consecuencias de los conflictos socioambientales, destacando su carácter multidimensional y complejo. Se ha señalado que estos conflictos suelen surgir debido a la interacción entre diferentes actores con intereses y valores divergentes, así como a la falta de reconocimiento y participación de las comunidades afectadas en los procesos de toma de decisiones.
- En cuanto a los enfoques teóricos, se ha realizado una revisión exhaustiva de las principales corrientes de pensamiento en la gestión de conflictos socioambientales, como el enfoque de la resolución de conflictos, la teoría de conflictos ambientales y el enfoque de la justicia ambiental.
- Cada enfoque ha sido analizado críticamente, destacando sus fortalezas y limitaciones en la resolución de este tipo de conflictos. En relación a las estrategias y herramientas utilizadas en la gestión de conflictos socioambientales, se ha destacado la importancia de fomentar la participación y el diálogo entre los diferentes actores involucrados. Se ha señalado que la gestión de conflictos debe ir más allá de la mera resolución de disputas, y debe buscar promover procesos de transformación social y ambiental que permitan a las comunidades afectadas lograr una mayor autonomía y bienestar.

- No obstante, se ha evidenciado que la implementación de estas estrategias suele enfrentar diversos desafíos, como la asimetría de poder entre los actores involucrados, la falta de recursos y capacidades, y la falta de voluntad política para abordar de manera eficaz estos conflictos. Se ha subrayado la necesidad de fortalecer los mecanismos de participación y de promover marcos legales e institucionales que favorezcan una gestión más efectiva y justa de los conflictos socioambientales.
- A medida que los retos medioambientales se incrementa, aumentan las probabilidades de que surjan disputas, tensiones y conflictos entre diferentes autores, los cuales cuentan con intereses pertenecientes a distintos enfoques con relación al empleo y la conservación de los recursos naturales perteneciente a la biodiversidad, de este modo un adecuado proceso de gestión de un conflicto socioambiental busca encontrar y articular un consenso entre autores que cuentan con perspectivas diferentes sobre el uso de la biodiversidad, llegando a acuerdos entre aquellos que la consideran como un espacio de vida y aquellos entes la perciben como un recurso económico.
- La adecuada gestión de los conflictos socio ambientales a través del diálogo constructivo se ha vuelto imperativo, ya que es fundamental encontrar soluciones que traten las preocupaciones de todos los autores involucrados y así llegar a un desarrollo sostenible.

5. BIBLIOGRAFÍA

Addressing risks and impacts on disadvantaged or vulnerable individuals or groups. (2021). Azureedge.net.<https://ppfdocuments.azureedge.net/9598117e-421d-406f-b065-d3dfc89c2d78.pdf>

Alimonda, H. (2011). La naturaleza colonizada, CICCUS <http://biblioteca.clacso.edu.ar/ar/libros/grupos/alimonda.pdf>

BID Transporte (2014) ¿Puede una carretera ser ambientalmente amigable?. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/transporte/es/puede-una-carretera-ser-ambientalmente-amigable/>

(Dakota del Norte). Gob.Pe. Recuperado el 14 de julio de 2023, de <https://www.senace.gob.pe/wp-content/uploads/2018/05/ABCdelSenace-espanol.pdf>

Defensoría Del Pueblo. (2023) Reporte De Conflictos Sociales N.º231 Recuperado de [https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2023/06/Reporte-Mensual-de-Con flictos-Sociales-N%C2%B0-231-mayo-2023.pdf](https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2023/06/Reporte-Mensual-de-Con-flictos-Sociales-N%C2%B0-231-mayo-2023.pdf)

De Ingeniería, F., Gonzalo, B. S., Uribe, M., Rosa, M. S., & Falcón, A. C. (s/f). Tesis para optar el título profesional de: Edu.pe. Recuperado el 14 de julio de 2023, de [https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28413/Melgarejo%20Uribe %20 Sergio%20Gonzalo.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/28413/Melgarejo%20Uribe%20Sergio%20Gonzalo.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

De Conflictos, “la Participación Ciudadana E. N. L. A. Gestión, de La Explotación Petrolera En Las Cuencas del Pastaza, S. E. N. E. L. P. E. L. C., & Tigre, Y. (s/f). Facultad de Ciencias Humanas. Edu.pe. Recuperado el 14 de julio de 2023, de [https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1286/TM-Eyzaguir re%20C.pdf?sequence=4&isAllowed=y](https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/1286/TM-Eyzaguirre%20C.pdf?sequence=4&isAllowed=y)

El rol del OEFA en la gestión de conflictos socioambientales. (n.d.). Cultura.Pe. Recuperado el 3 de julio de 2023, de

- <https://centroderecursos.cultura.pe/sites/default/files/rb/pdf/GUIA%20GESTION%20DE%20CONFLICTOS%20SOCIOAMBIENTALES.pdf>
- Fiscalización de control y diseño FICONDICIA LTDA** (2005) Plan de relaciones comunitarias. Recuperado de <https://www.etapa.net.ec/Portals/0/Agua%20Potable/ingProyectos/Cap%20C3%20ADtu%207.7.%20Plan%20Relaciones%20Comunitarias%20Planta%20Culebrillas.pdf>
- Gudynas, E.** (2019). Conflictos socioambientales en América Latina: conceptos, alcances y desafíos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 17(1), 157-168. Recuperado de <https://revistaumanizales.cinde.org.co/rlicsnj/index.php/Revista-Latinoamericana/issue/view/47>
- La responsabilidad societale, G. on S. R. L. D. R. à.** (s/f). Guía de responsabilidad social. *Americalatinagenera.org*. Recuperado el 14 de julio de 2023, de <https://americalatinagenera.org/wp-content/uploads/2014/09/U4ISO26000.pdf>
- Ley N.º 30215. Ley de mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos** (29 de junio de 2014). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-30215.pdf>
- Ley N.º 28611. Ley General del Ambiente** (13 de octubre de 2005). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Ley-N%C2%B0-28611.pdf>
- Ley N.º 28245. Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental** (08 de junio de 2004). <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/10/ley-SNGA-28245.pdf>
- Ley N.º 29785. Ley del derecho a la consulta previa a los pueblos indígenas u originarios** (7 de septiembre de 2011) <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/Ley%2029785%20Consulta%20Previa%20pdf.pdf>
- Martínez, J.** (2015). Ecología política del extractivismo y justicia socio-ambiental. *UNAM* <https://doi.org/10.22201/ceiich.24485705e.2015.7>
https://issuu.com/entmediambient/docs/53_ok
- Martínez Alier, J.** (2017). Conflictos socioambientales en América Latina: conceptos, alcances y desafíos. *Revista Ecología Política*. (53) (59 a 66). Recuperado de <https://www.ecologiapolitica.info/producte/53-antropoceno/>
- Merlinsky, G.** (2017). Los movimientos de justicia ambiental y de la defensa de lo común en América latina. Cinco tesis en elaboración. *Ecología Política Latinoamericana* (pag. 241 a 264) Recuperado de https://www.nodalcultura.am/wp-content/uploads/2017/12/GT_Ecologia_politica_To mo_II-comprimido.pdf#page=242
- Ministerio del Ambiente** (2017) Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024. Recuperado de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- Ministerio de desarrollo Agrario y Riego** (2022) Programa de Mejoramiento de los Servicios

Sistémicos Agrarios del Perú (PE – L1270) . Recuperado de https://www.inia.gob.pe/consultapublicavirtual/wp-content/uploads/2022/06/PGAS-27_06.pdf

Ministerio de Agricultura (2012) Gestión de Conflictos Organizacionales. Recuperado de <https://library.fes.de/pdf-files/bueros/kolumbien/01993/12.pdf>

Ministerio del Ambiente (2022) Guía de prevención y gestión de conflictos socioambientales. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3081872/Anexo%20rm.%20109-2022-Minam%20-%20guia%20de%20prevencion%20y%20gestion%20de%20conflictos%20socioambientales.Pdf.Pdf>

Montes Navarro, K. (2018). Vulnerabilidad ambiental en el sector San Francisco barrió Siloé de la comuna 20, municipio Santiago de Cali. Universidad del Valle. Recuperado de https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/15446/CB_0591334.pdf?sequence=1

Perez, M. E. (2019). La participación ciudadana de los movimientos socioambientales en América Latina. Revista Colombiana de Sociología, 42(1). <https://doi.org/10.15446/rcs.v42n1.73023>

¿Puede una carretera ser ambientalmente amigable? (2014, abril 22). Moviliblog. Recuperado de <https://blogs.iadb.org/transporte/es/puede-una-carretera-ser-ambientalmente-amigable/>

Rev., F. I. N. (n.d.). Los pueblos indígenas y el sistema de derechos humanos de las Naciones Unidas. Ohchr.org. Recuperado el 14 de julio de 2023 de https://www.ohchr.org/sites/default/files/Documents/Publications/fs9Rev.2_SP.pdf

Soria Dall'Orso, C. A. M. (2014). ¿Cómo Superar los Conflictos Socioambientales?: El Enfoque de los Derechos Humanos y el Aporte de la Ley de Consulta Previa en la Participación Normativa y Administrativa de los Ciudadanos. Revista de Gestión de los Recursos Naturales. (42), 25-43. Recuperado de <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechosociedad/article/view/12465/13025>

Squella Soto, R. (2021). Conflicto socioambiental, participación ciudadana y disputa territorial: La mirada de la Psicología Ambiental Comunitaria. Psicoperspectivas, 20(2). <https://doi.org/10.5027/psicoperspectivas-vol20-issue2-fulltext-2211>

Unidas, N. (n.d.). Declaración de las Naciones Unidas sobre los Derechos de los pueblos Indígenas. Wwww.un.org. Recuperado el 10 de julio de 2023 de https://www.un.org/esa/socdev/unpfii/documents/DRIPS_es.pdf

Hacia la sostenibilidad: transformando los residuos sólidos en recursos dentro de la economía circular

Towards sustainability:
transforming solid waste into
resources within the circular
economy



Sr. Cristhian Rodrigo More Namuche
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



cristhian.more@unmsm.edu.pe



Srta. Jade Andrea Huaman Chagua
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



jade.huaman@unmsm.edu.pe



Srta. Katia Godoy Alcantara
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



katia.godoy@unmsm.edu.pe



Sr. Luis Javier Herrera Espinoza
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



luis.herrerae@unmsm.edu.pe



Sr. Jherson Alberto Huaman Coronado
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



jhersson.huaman@unmsm.edu.pe



Srta. Sandra Alberta Ramírez Medina
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



sandra.ramirezm@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

El siguiente artículo se centra en la sostenibilidad a través de la transformación de residuos sólidos dentro del contexto de la economía circular. Dada la situación actual del país en cuanto a la gestión de residuos, el objetivo general es determinar la sostenibilidad a causa de la transformación de residuos sólidos en recursos dentro de la economía circular.

Palabras clave: Sostenibilidad, economía circular, gestión de residuos.

The following article focuses on sustainability through the transformation of solid waste within the context of the circular economy. Given the current situation of the country in terms of waste management, the general objective is to determine sustainability due to the transformation of solid waste into resources within the circular economy.

Keywords: Sustainability, circular economy, waste management.

1. INTRODUCCIÓN

En la revista publicada (Vélez, 2014), cuando señala que “La inminente estocada de la naturaleza frente al irrespeto que en general los humanos manifestamos ante ella apenas empieza a percibirse entre nosotros, de forma tímida, pero contundente”, entre tantas advertencias, son parte de esa cuenta de cobro que el planeta nos está girando, y que con acciones efímeras e indolentes intentamos desconocer, atendiendo otras prioridades del desarrollo, como si nuestra supervivencia, y la de los que están por nacer, no dependiera del correcto uso de los recursos que nos ofrece ese pequeño punto azul en el universo.”

El concepto de Economía Circular, nació en los años de 1990 y poco a poco ha venido teniendo acogida a medida que se instaura como estrategia empresarial en las prácticas para la innovación en sustentabilidad (Loteró Álvarez, 2018), ha ido evolucionando de modo que en la actualidad es un modelo que orienta a una gestión de calidad con responsabilidad ambiental.

1.1. Antecedentes Internacionales

Parlamento Europeo (2018) en su artículo “Circular economy: definition, importance and benefits” llega a la conclusión de que un modelo para combatir la problemática ambiental es transformar los residuos en recursos ya que la humanidad tiene escasa información de ello.

El foro económico mundial (2019) en su artículo “¿Es la economía circular una oportunidad para las empresas?” concluye que las empresas no tienen conocimiento de las distintas formas de sacar provecho a la economía circular ya que estas ofrecen oportunidades, beneficios y ventajas a corto o mediano plazo.

1.2. Antecedentes Nacionales

El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (PEAER) ofrece medidas que podrían solucionar o mejorar la situación actual del país con respecto a la problemática ambiental. La ciudad de Chimbote es una de las más afectadas en nuestro país, experimenta problemas significativos con la gestión de los residuos sólidos municipales. Por ende, se busca dar una mejora en cuanto a la gestión de los residuos sólidos para aprovechar al máximo su contenido energético y combatir de esta manera los graves problemas de contaminación que enfrenta nuestro país en la actualidad.

Konno (2019) quien realizó su tesis sobre “la reutilización de residuos orgánicos para fomentar la conciencia ambiental” llega a la conclusión que el uso del “Fruté” es una propuesta innovadora que promueve la transformación de residuos en recursos, por lo que esta estrategia opta por prolongar la vida útil de estos desechos, fomentando la disminución de agentes contaminantes en el ambiente.

Ministerio de la Producción (2018) en su artículo “La economía circular: Factor crucial clasificado como uno de los aliados más fuertes de nuestro país” llega a la conclusión que la economía circular va a traer beneficios para el país, porque permitirá crear industrias verdes y transformar las existentes. Asimismo, reducirá el daño ambiental causado por procesos productivos y sus desechos.

Castro (2016) en su tesis “Propuesta de modelo sostenible de gestión de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Huanta, Ayacucho- Perú” concluye que el distrito de Huanta presenta condiciones para el reaprovechamiento a mayor escala de los residuos sólidos orgánicos.

1.3. Antecedentes Regionales

Del Carpio et al. (2021), en su artículo “Aguas residuales de industria láctea como alternativa sostenible para aumentar la productividad del maíz en Perú” concluyen que el biofertilizante tiene un efecto positivo en la producción de maíz y además su aplicación es posible económicamente.

Ruiz (2010), en su tesis doctoral “Mejora de las condiciones de vida de las familias porcicultoras del Parque Porcino de Ventanilla, mediante un sistema de biodigestión y manejo integral de residuos sólidos y líquidos, Lima, Perú” concluye que la construcción de un buen piso es fundamental para lograr una buena recolección de excretas para la construcción de biodigestores, así como también sobre los beneficios en el uso del biogás para realizar cocción en alimentos e instalación de calefacción.

1.4. Antecedentes locales

Meléndez (2021), en su tesis “Geografía de los residuos en Lima (Perú): Hacia la economía circular de los residuos orgánicos en los distritos de Santiago de Surco y San Juan de Miraflores” tiene como conclusión que el impacto significativo de los residuos mal gestionados en el medio ambiente y la sociedad requiere que científicos de diversos campos investiguen y hagan recomendaciones basadas en el comportamiento cíclico de los sistemas naturales para reutilizar los nutrientes, la energía y las sustancias que contienen.

Cárdenas (2022), en su tesis “Caracterización de residuos sólidos municipales para incentivar la economía circular en el distrito de Characato, 2022” llega a concluir que la municipalidad de Characato debe renovar la información sobre los cambios de su área respecto a el incremento de desechos sólidos, y desarrollar estrategias de gestión y organización de residuos basadas en esto.

1.5. Bases teóricas

1.5.1. Impacto de la transformación de los residuos orgánicos en la economía circular

El impacto de la transformación de los residuos resulta muy positivo para las empresas y la sociedad ya que al reutilizar la rentabilidad al crear el producto es mayor que generarlo desde cero, del mismo modo se cuida el medio ambiente y sus recursos que como bien sabemos estos son finitos y sin un uso racionado puede escasear, incluso desaparecer dejándonos sin otro elemento que pueda suplir sus funciones.

Es por ello que el transformar residuos orgánicos representa mayor rentabilidad en estos tiempos a empresas y de esa manera la empresa aporta en mitigar los efectos del cambio climático y emisión de gases de efecto invernadero que genera la descomposición de materia orgánica en un vertedero común.

(Da costa et al.2018) “El compostaje se presenta como una alternativa para reciclar residuos sólidos orgánicos biodegradables, transformarlos en fertilizantes para la agricultura y evitar su deposición inadecuada en rellenos sanitarios”.

1.5.2. Problemática ambiental aprovechando los residuos orgánicos hacia la sostenibilidad.

Actualmente la mitad de la materia orgánica y sólida se desaprovecha. Esto es un error ya que puede suponer un beneficio económico directo que permitirá la generación de electricidad y biocombustibles.

Muchísimas empresas generan residuos orgánicos susceptibles, el aprovechamiento

adecuado ayudaría y cubrirá los requerimientos energéticos y de combustible de la propia empresa manteniendo los criterios de la sostenibilidad y cuidado del medio ambiente.

Un claro ejemplo sería las biorrefinerías que permiten a muchas empresas aprovechar las biomásas que generan y así no se amontonaron en vertederos

1.5.3. Gestión de residuos sólidos bajo la dirección de una economía circular en el sector minero

Dado La generación de economías circulares en el negocio minero permitiría maximizar la utilidad generada y crear un negocio paralelo que en otros sectores mantenga un precio estable no atado a fluctuaciones permitiendo contar con ingresos paralelos, que podrían enfocarse como responsabilidad social empresarial permitiendo traer a valor residuos, cuyos costos ya se encuentran inmersos en el proceso productivo actual, aminorando o eliminando la generación de estos y el consecuente impacto ambiental.

Esta iniciativa deberá ir acompañada de mejoras normativas sustanciales en la gestión ambiental de la minería y otros sectores, siendo de interés general propiciar economías circulares y generar bienes que permitan un reciclaje de sus componentes eficientes minimizar los impactos de la minería para que de manera conexas haya una sustancial mejora en la imagen de esta. (Mendiola, 2019)

1.5.4. Transformación de residuos en recursos relacionado a las industrias

La transformación de residuos en recursos se basa en la idea de que muchos desechos industriales pueden reutilizarse o reciclarse para crear nuevos productos o servicios valiosos. Mediante tecnologías innovadoras, prácticas de gestión eficiente y un enfoque colaborativo.

Como lo es el caso de (Mendiola, 2021) en donde se evidencia que las políticas medioambientales adoptadas por las empresas desempeñan un papel fundamental en la gestión completa de los residuos sólidos generados en proyectos de construcción dentro de la zona de Lima Metropolitana.

1.5.5. Gestión de residuos hospitalarios para el medio ambiente

También son conocidos como residuos médicos, puesto que se generan a partir de las instalaciones médicas, centros de salud y laboratorios. Se caracterizan por su potencial riesgo para la salud humana y el medio ambiente debido a su contenido de sustancias químicas, agentes patógenos y otros materiales peligrosos.

(MINSA, 2004) “El manejo de los residuos sólidos hospitalarios, es un sistema de seguridad sanitaria que se inicia en el punto de generación, para continuar su manejo en las diferentes unidades del hospital, hasta asegurar que llegue a su destino final fuera del establecimiento, para su tratamiento o disposición adecuada.”

1.5.6. La gestión de residuos sólidos municipales y su relación con la economía circular

Los residuos sólidos municipales se refieren a los desechos sólidos que provengan de las viviendas, calles, mercados, jardines y otras localidades públicas, los cuales están gestionados por las municipalidades correspondientes a cada localidad.

(Evagam, 2013 citado por Orihuela, 2018) “La generación de residuos sólidos del ámbito municipal durante el 2013, considerando exclusivamente el ámbito urbano del país, llegó a 18,533t /día; de ello, la recolección y transporte convencional con fines de disposición final alcanzaron en promedio el 87.5 % (16,216 t/día)”

(Peñaloza, 2019 citado por Moscoso et. al, 2019) “La economía circular es un sistema económico con un enfoque en la reducción de los residuos, reutilizando y reciclando materiales para la creación de nuevos productos”

2. MÉTODO

Debido a que la problemática principal es “determinar la sostenibilidad a causa de la transformación de residuos sólidos en recursos dentro de la economía circular”, optamos por una investigación cualitativa de carácter descriptiva bajo un diseño documental. Por otro lado, también se trabajó con un diseño de carácter interpretativo a través de teoría fundamentada.

3. RESULTADOS

En posturas coincidentes con el artículo del Ministerio de la Producción (2018). El modelo de gestión de residuos sólidos como parte de subprocesos de la economía circular tiene el propósito de generar optimizaciones en productividad, reutilización, reparación y reciclaje, incentivando la transición de una economía lineal hacia una circular que, inevitablemente, posibilitará en el manejo eficiente de la materia prima del planeta. Sin embargo, Vannesa Alcázar Jurado, Zoila Vanessa Sierra León (2021) plantean que si bien es cierto, planteamientos prometedores están siendo puesto en marcha, no se cuenta con un marco eficiente para la incentivación sobre economía circular dado la ausencia de una estructuración sólida y una amplia extensión de su aplicación descentralizada como el caso de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos que señala la canalización de proyectos y programas en la gestión que no han sido replicados a una escala mayor ascendente, la falta de monitoreo en iniciativa de dirección por parte del Ministerio del Ambiente hacen factible una reestructuración para la gestión con las entidades competentes.

En semejanza con la postura de (Del Carpio et al., 2021) el suero es un líquido residual de la industria láctea que se elimina por lo general en aguas residuales, debido a su alta carga orgánica se puede usar para producir un recurso como lo serían los biofertilizantes. Sin embargo, para (Castro, 2016) La cobertura de recolección de los residuos sólidos dista del promedio en provincias de Lima quedando sin recolección las zonas rurales de Lima.

De manera colineal con el artículo del parlamento europeo su principal objetivo es aprovechar los residuos orgánicos para así poder combatir la problemática ambiental del mundo. Esto se llevará a cabo aplicando ciertas medidas o criterios como lo son el reparar, restaurar, reutilizar los productos o bienes el mayor tiempo posible ya que así no hacemos uso de más materia prima en exceso y poder a alargar el ciclo de vida. No obstante, en el foro mundial existen desafíos para cambiar el modelo de producción en las industrias, como se sabe tenemos un modelo lineal, existen desafíos en base a la planificación de acciones concretas. Muchos países están obligados a hacer planes de gestión de residuos, la ejecución de estas no está siempre asegurada, se evidencian dificultades en la estructuración e identificación de soluciones técnicas, esto va de la mano con la supervisión de organismo encargados de vigilar y asegurar que se cumpla las normas de implementación y a su vez promover la economía circular hacia la sostenibilidad.

En similitud con (Konno, 2021) la reutilización de los residuos orgánicos de fruta se puede aprovechar para obtener los nutrientes y las propiedades de estos. Esta iniciativa innovadora busca revolucionar la gestión de residuos al transformarlos en recursos de gran valor. Al prolongar la utilidad de estos desechos, se persigue un doble propósito: reducir de manera significativa los contaminantes que impactan en nuestro entorno y aprovechar al máximo los recursos disponibles. Sin embargo, para (Meléndez, 2021) la importancia crucial de abordar adecuadamente los residuos y su influencia negativa en el medio ambiente y la sociedad demanda que científicos de diversas disciplinas se involucren en investigaciones y formulen recomendaciones basadas en los procesos cíclicos de la naturaleza para reutilizar de manera eficiente los nutrientes, la energía y las sustancias presentes en estos desechos.

4. CONCLUSIONES

- Al transformar los residuos sólidos orgánicos le damos un nuevo valor, reduciendo en gran medida que estos terminen en vertederos, agravando la contaminación ambiental que va en crecimiento acelerado en estos últimos años debido a la falta de políticas, compromisos sociales y desinterés por parte de las empresas por emplear sistemas de transformación y estar dentro de la economía circular.
- Hay localidades en las que la gestión de residuos sólidos municipales se hace de manera cualificada y cuantificada, por consiguiente, se logra una economía circular basada en la reutilización, reducción y reciclado. Sin embargo, también es cierto que hay otras localidades en las que se gestionan de manera un tanto ineficiente, lo cual no solo es debido a la población, sino que se debe considerar ciertas características de estas localidades como la geografía del territorio, el planeamiento urbanístico y la responsabilidad de las autoridades públicas.
- La transformación adecuada de los residuos hospitalarios es esencial para prevenir riesgos para la salud y minimizar el impacto ambiental. La implementación de prácticas seguras de manejo, la formación del personal y la concienciación son clave para garantizar una gestión eficiente y responsable de estos desechos en beneficio de la salud pública y la protección del medio ambiente.

5. BIBLIOGRAFÍA

- A, Q. R. S.** (s. f.). Residuos sólidos domiciliarios: caracterización y estimación energética para la ciudad de Chimbote. Recuperado de: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1810-634X2018000300006&script=sci_arttext&tIlg=pt
- Cárdenas, A.** (2022). Caracterización de residuos sólidos municipales para incentivar la economía circular en el distrito de Characato, 2022. Lima, Perú. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/92722/C%c3%a1rdenas_GAC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro Aponte, Lenin Víctor** (2016). Propuesta de modelo sostenible de gestión de residuos sólidos orgánicos en el distrito de Huanta, Ayacucho- Perú. Recuperado de: <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/4837>
- D. Julca Zuloeta, “La economía circular en la minería peruana”, Documentos de Proyectos (LC/TS.2022/39)**, Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2022. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/47895/S2200222_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Da Costa Ferreira, D. A., da Silva Dias, N., da Costa Ferreira, A. K., BARBOSA E LIMA VASCONCELOS, C. Y. B. E. L. L. E., DE SOUSA JUNIOR, F. S., NASCIMENTO PORTO, V. C., ... & Navarro Vásquez, M. A.** (2018). Efecto del compost de residuos orgánicos domiciliarios, vegetales y estiércol en el crecimiento de lechuga. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, 12(2), 464-474. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S2011-21732018000200464&script=sci_arttext

Del Carpio Salas, Miguel Angel, Ancco, Midwar, Linares Flores Castro, Antonio Erick,

- Ancco-Loza, Rodolfo, & Jimenez Pacheco, Hugo Guillermo.** (2021). Aguas residuales de industria láctea como alternativa sostenible para aumentar la productividad del maíz en Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 23(1), 26-36. Recuperado de: <http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v23n1/2313-2957-ria-23-01-26.pdf>
- Foro Económico Mundial** (2019). La economía circular, una oportunidad para las empresas. Recuperado de: <https://es.weforum.org/agenda/2019/11/es-la-economia-circular-una-oportunidad-para-las-empresas/>
- Genia Bioenergy.** Recuperado de: <https://geniabioenergy.com/como-aprovechar-los-residuos-organicos-de-mi-empresa/>
- Konno** (2019). Fruté: Kit de reutilización de residuos orgánicos como vía para fomentar la conciencia ambiental. Recuperado de: https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18039/KONNO_HAYASHIDA_MAYUMI%20%282%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meléndez, F.** (2021). Geografía de los residuos en Lima (Perú): Hacia la economía circular de los residuos orgánicos en los distritos de Santiago de Surco y San Juan de Miraflores. Lima, Perú. Recuperado de: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/19633/TESIS%20FRANCISCO%20MEL%c3%89NDEZ.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Mendiola Lázaro de Ortecho, Alberto Alejandro** (2021). Las políticas empresariales medioambientales de las compañías constructoras de Lima Metropolitana y su incidencia en la gestión integral de los residuos sólidos. Recuperado de: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/16550/Mendiola_la.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ministerio de la producción** (2018). Ministro de la Producción: “La economía circular está dentro de nuestros temas prioritarios de trabajo”. Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/18943-ministro-de-la-produccion-la-economia-circular-esta-dentro-de-nuestros-temas-prioritarios-de-trabajo>
- Moscoso et al.** (2019). La economía circular: Modelo de gestión de calidad en el Perú. Huanta, Perú. Recuperado de: <https://www.revistas.unah.edu.pe/index.php/puriq/article/view/48/118>
- Orihuela, J.** (2018). Un Análisis de la Eficiencia de la Gestión Municipal de Residuos Sólidos en el Perú y sus Determinantes. Lima, Perú. Recuperado de: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf>
- Parlamento Europeo** (2018). Circular economy definition, importance and benefits. Recuperado de: <https://www.europarl.europa.eu/news/en/headlines/economy/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- Resolución Ministerial N°217-2004/MINSA- Norma técnica: Procedimientos para el manejo de residuos sólidos hospitalarios.** (2004). Recuperado de: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/norma-tecnica-procedimientos-manejo-residuos-solidos-hospitalarios>

Ruiz Ríos, A. (2010). Mejora de las condiciones de vida de las familias porcicultoras del Parque Porcino de Ventanilla, mediante un sistema de biodigestión y manejo integral de residuos sólidos y líquidos, Lima, Perú. (Doctoral dissertation, Universitat Ramon Llull). Recuperado de: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/9296/Tesis_doctoral_ARR_version_final.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Implementación de la Metodología 3S's para la mejora de la productividad en una empresa de confecciones de ternos

Implementation of the 3S's
Methodology to improve
productivity in a suit
manufacturing company



Sr. Luis Gerson Tarrillo Cruzado
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



luis.tarrillo@unmsm.edu.pe



Sr. Jeanpiero Ramirez Huanca
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



jeanpiero.ramirez@unmsm.edu.pe



Sr Ricardo Aguilar Montoya
Universidad Nacional Mayor de San Marcos



ricardo.aguilar@unmsm.edu.pe

RESUMEN

ABSTRACT

La investigación se enfocó en evaluar el impacto de la implementación de la metodología 3S en la empresa Zoe Internacional, en términos de eficiencia y productividad. Para lograr esto, se llevó a cabo un estudio de tiempos al proceso de elaboración de mangas de ternos que realiza dicha empresa, identificando el proceso de planchado como el cuello de botella. Este estudio se realizó tanto antes como después de implementar la metodología 3S. Los resultados revelaron un aumento en la producción de 46 unidades y una mejora en la eficiencia del 7% en comparación con los datos previos a la implementación.

Palabras clave: Metodología 3S, Eficiencia, Productividad, Estudio de tiempos

The research focused on evaluating the impact of the implementation of the 3S methodology in the company Zoe Internacional, in terms of efficiency and productivity. To achieve this, a time study was carried out on the process of making sleeves for the company's suits, identifying the ironing process as the bottleneck. This study was carried out both before and after implementing the 3S methodology. The results revealed an increase in production of 46 units and a 7% improvement in efficiency compared to the data prior to implementation.

Keywords: 3S Methodology, Efficiency, Productivity, Time Study

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda constante de eficiencia y productividad es una prioridad fundamental para cualquier empresa que aspire al éxito en el competitivo mundo de los negocios (Muñoz, 2021). En este contexto, la implementación de metodologías innovadoras y efectivas se convierte en una estrategia clave para impulsar el rendimiento y la calidad de los procesos empresariales (Mendoza & Matías, 2022).

En este sentido, se introduce el emocionante ámbito de la implementación de la Metodología 3S's en una empresa de confecciones de ternos, con el objetivo de potenciar su productividad y lograr un flujo de trabajo óptimo y eficaz. Para ello se identifica los principales cuellos de botella o ineficiencias en los procesos de trabajo empleando métodos de toma de tiempos, se identifica las áreas o etapas específicas de los procesos de producción donde se ha logrado una reducción significativa en los tiempos mediante la aplicación de la metodología 3S's y se analiza la medición y cuantificación del nivel de eficiencia en los procesos antes y después de la aplicación de la metodología 3S's.

Los estudios previos en este campo como el de Salazar, M. A. (2019) demuestran la factibilidad del incremento en la productividad implementando herramientas de Manufactura Esbelta, entre estas herramientas destacando a la metodología de las 5S's. Otro estudio que ha abordado el desafío es el de García Román, R. A., y Rivera Graus, E. K. (2021) el cual enfoca la metodología 5S hacia la mejora de la productividad en el almacén de una empresa textil. Un último estudio relevante para la investigación es el de Suarez Milian, S. (2022) quien se enfoca en resaltar los beneficios potenciales de implementar la metodología 5S en una empresa textil. En todos los estudios se obtienen resultados positivos, lo que sugiere la posibilidad de obtener resultados favorables en este estudio también.

A pesar del notable esfuerzo dedicado a la elaboración del trabajo, se identificaron ciertas limitaciones que podrían ejercer influencia sobre los resultados. Estas limitaciones abarcan cuestiones como la imprecisión en la toma de tiempos en procesos de corta duración y la ausencia de instrumentos especializados para el control de tiempos.

1.1. Productividad

La productividad se emplea como un parámetro esencial para evaluar cómo se están empleando los recursos, como los factores de producción, en distintos niveles, ya sea a nivel nacional, industrial o empresarial. En este contexto, la gestión de operaciones y suministros se enfoca en optimizar la utilización de los recursos disponibles para una compañía. En términos concretos, la productividad se calcula mediante la relación entre las unidades producidas y los recursos empleados en el proceso (Salazar, 2019).

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Recursos\ utilizados}$$

Además, como menciona Mayta Tolentino, R. A., (2017) “si bien la productividad se trata de lograr una relación efectiva entre la producción y los recursos utilizados, viene a ser una ‘medida relativa’ ya que para que esta medida sea significativa, debe compararse con algo más”. Por ejemplo, el hecho que una empresa textil que produce 1000 metros de tela por día utilizando 600 horas-hombre de trabajo. La productividad en este caso se obtiene al dividir la cantidad de tela producida entre las horas-hombre empleadas, lo que da como resultado una medida de 1.67 metros por hora-hombre. No obstante, esta cifra carece de contexto por sí sola. Para que sea significativa, la empresa podría comparar su productividad con otras empresas textiles de tamaño similar en la misma industria o analizar cómo ha fluctuado a lo largo de varios meses. Entonces, la productividad puede compararse dentro de un sector similar o a lo largo del tiempo; expresándose ya sea en medidas parciales (relación de producto a un solo insumo), multifactoriales (relación de producto a un grupo de insumos) o totales (relación de todos los productos a todos los insumos). Por ello, los datos cuantitativos de insumos y productos son clave para medir la

productividad, y es posible crear medidas específicas según el enfoque, como unidades producidas para un gerente de control de producción o productos totales para un gerente de planta. Esta flexibilidad permite adaptar el análisis a diferentes necesidades y mejorar la eficiencia (Chase, Jacobs & Aquilano, 2009, p. 28).

1.2. Metodología 3S

La metodología 3S es un enfoque de gestión originado en Japón que busca mejorar la eficiencia y organización en un entorno de trabajo. Las tres "S" representan etapas clave: "Seiri" (Clasificar), "Seiton" (Ordenar) y "Seiso" (Limpiar). En "Seiri", se separa lo necesario de lo innecesario. "Seiton" implica organizar elementos esenciales de manera accesible, mientras que "Seiso" se refiere a mantener un entorno limpio. La metodología promueve la eficiencia y la mejora continua. Dicho enfoque se ejemplifica con el artículo de investigación titulado "Gestión de inventarios para incrementar la productividad en una empresa agrícola". En la etapa "Seiri", se inspeccionaron los materiales y se etiquetaron los no utilizados, liberando espacio en el almacén. "Seiton" implicó la organización de productos según su rotación, facilitando el acceso y el control visual. Finalmente, en "Seiso", tras la organización, se implementaron actividades de limpieza regulares con prioridades definidas, mejorando la seguridad y la eficiencia (Izaguirre, Sabino, Villar & Quiliche, 2022).

El ejemplo del artículo muestra cómo la metodología 3S transforma un entorno de trabajo. Al optimizar la gestión de inventarios y la organización, se logra una mayor productividad, una cultura de mejora continua y un espacio más seguro y eficiente, reflejando así los principios fundamentales de la metodología.

2. MÉTODO

El presente estudio adopta un enfoque pre experimental de naturaleza cuantitativa, con un alcance aplicado, con el propósito de analizar la relación entre la implementación de la metodología 3S (Clasificación, Orden y Limpieza) y sus efectos en la productividad de la confección de mangas de terno por parte de una población de 13 operarios. La variable independiente, la metodología 3S, se implementa con la adaptación de un Checklist 5S específicamente modificado para el enfoque 3S (Tabla 5). La variable dependiente se compone de dos aspectos de la productividad: la productividad parcial medida en unidades por hora y la eficiencia. Con el fin de medir estos resultados, se emplea el método de cronometraje para establecer los tiempos estándar, que a su vez son utilizados como indicadores para evaluar la productividad.

El enfoque pre experimental se justifica debido a la naturaleza controlada y limitada del estudio, donde no se aplican grupos de control ni manipulaciones exhaustivas (Conislla, 2023), sino que se busca establecer una relación inicial entre la metodología 3S y los indicadores de productividad mencionados.

Además, la elección de un diseño cuantitativo se debe a la naturaleza numérica y medible de los indicadores de productividad (Hernández-Sampiere & Mendoza, 2018, p. 4).

Asimismo, el alcance aplicado se refleja en la intención de abordar un problema real en un entorno industrial, proporcionando resultados que puedan tener implicaciones prácticas. En esta investigación se emplearon técnicas de recolección de datos la observación directa, entrevista, análisis documental; entre otros (Arias, 2012)

3. RESULTADOS

Después de haber realizado el cronometrado de los 39 pasos para la confección de mangas de ternos, se llevó a cabo el análisis de dichos datos y la implementación de las 3S's japonesas. A continuación se mostrarán los resúmenes de los análisis de la mejora por la implementación de las 3S's japonesas.

Tabla N°1: Matriz de procesos

N°	Elemento	Operario	Unidades	T.M	FV	TN	S1	S2	FT	Ts	F	Tsc	MqP	MqM	Mq
1	Acomodado del adhesivo	Operario 1	20	16.6	1.08	17.9	0.06	0.07	1.13	20.3	1.2	24.3		24.3	
2	Colocar tela para el planchado	Operario 2	46	14.4	1.14	16.4	0.06	0.05	1.11	18.2	0.5	9.5	9.5		
3	1er Planchado	Operario 2	46	24.3	1	24.3			1.3	31.6	0.5	16.5			16.5
4	Retirar tela	Operario 2	46	17.8	1.14	20.3	0.06	0.05	1.11	22.5	0.5	11.8	11.6		
5	Marcado del hojal	Operario 3	28	56.1	1.08	60.6			1	60.6	0.9	51.9	51.9		
6	Colocar tela	Operario 3	22	28.3	1.08	30.6	0.08	0.07	1.15	35.1	1.1	38.7	38.7		
7	Hojal	Operario 3	22	95.6	1	95.6			1.3	124.3	1.1	136.7			136.7
8	Retirar tela	Operario 3	22	14.7	1.08	15.9	0.08	0.07	1.15	18.3	1.1	20.1	20.1		
9	Tizado	Operario 4	49	4.9	0.98	4.8	0.08	0.07	1.15	5.5	0.5	2.7		2.7	
10	Fijado de manga y talla	Operario 5	46	15	1	15			1.3	19.5	0.5	10.2			10.2
11	Retirar manga	Operario 5	46	33.5	1.17	39.2	0.04	0.07	1.11	43.5	0.5	22.7	22.7		
12	Volteado de mangas	Operario 5	46	9.1	1.17	10.6	0.04	0.07	1.11	11.8	0.5	6.2	6.2		
13	Colocar manga para el planchado	Operario 6	46	14.7	1.14	16.8	0.06	0.05	1.11	18.6	0.5	9.7	9.7		
14	2do Planchado	Operario 6	46	19.2	1	19.2			1.3	25.0	0.5	13.0			13.0
15	Retirar manga	Operario 6	46	10.7	1.14	12.2	0.06	0.05	1.11	13.5	0.5	7.1	7.1		
16	Preparar manga	Operario 7	20	50	0.98	49	0.04	0.07	1.11	54.4	1.2	65.3	65.3		
17	Armado de mangas	Operario 7	20	34.7	1	34.7			1.3	45.1	1.2	54.1			54.1
18	Retirar manga	Operario 7	20	21.3	0.98	20.9	0.04	0.07	1.11	23.2	1.2	27.8	27.8		
19	Colocar manga para el planchado	Operario 8	28	27.7	1.14	31.6	0.06	0.05	1.11	35.1	0.9	30.0	30.0		
20	3er Planchado	Operario 8	28	25.3	1	25.3			1.3	32.9	0.9	28.2			28.2
21	Retirar y doblar manga	Operario 8	28	12.1	1.14	13.8	0.06	0.05	1.11	15.3	0.9	13.1	13.1		
22	Preparar y alinear manga	Operario 9	22	34.6	1.08	37.4	0.06	0.05	1.11	41.5	1.1	45.2	45.2		
23	Cerrado de mangas	Operario 9	26	92.4	1	92.4			1.3	120.1	0.9	110.9			110.9
24	Retirar manga	Operario 9	26	24.8	1.08	26.8	0.06	0.05	1.11	29.7	0.9	27.4	27.4		
25	Colocar manga para el planchado	Operario 10	22	28.1	1.21	34.0	0.08	0.07	1.15	39.1	1.1	42.7	42.7		
26	4to Planchado	Operario 10	22	115.3	1	115.3			1.3	149.9	1.1	163.5			163.5
27	Retirar y doblar manga	Operario 10	22	4.4	1.21	5.3	0.08	0.07	1.15	6.1	1.1	6.7	6.7		
28	Tizado de talla	Operario 11	39	8.231	1.17	9.63	0.04	0.07	1.11	10.7	0.6	6.6	6.6		
29	1er Acomodado de manga mayor y menor	Operario 11	49	6	1.17	7.0	0.04	0.07	1.11	7.8	0.5	3.8	3.8		
30	Armado de	Operario 11	49	33.6	1	33.6			1.3	43.7	0.5	21.4			21.4

	forro de manga														
31	Acomodado de manga mayor y menor	Operario 11	49	4.5	1.17	5.3	0.04	0.07	1.11	5.8	0.5	2.9	2.9		
32	Cierre de manga mayor y menor	Operario 11	49	29.1	1	29.1			1.3	37.8	0.5	18.5			18.5
33	Preparación para embolsado de mangas	Operario 12	35	12.6	1.28	16.1	0.07	0.07	1.14	18.4	0.7	12.6	12.6		
34	Atracado	Operario 12	35	50.5	1	50.5			1.3	65.6	0.7	45.0			45.0
35	Retirar manga	Operario 12	35	5	1.28	6.4	0.07	0.07	1.14	7.3	0.7	5.0	5.0		
36	Volteado de manga	Operario 12	35	12.8	1.28	16.4	0.07	0.07	1.14	18.7	0.7	12.8	12.8		
37	Colocar manga para el planchado (unidades)	Operario 13	24	81.2	1.11	90.1	0.08	0.07	1.15	103.7	1	103.7	103.7		
38	Último Planchado	Operario 13	24	172.8	1	172.8			1.3	224.6	1	224.6			224.6
39	Retirar manga	Operario 13	24	10.1	1.11	11.2	0.08	0.07	1.15	12.9	1	12.9	12.9		

F

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°2: Leyenda

T.M	FV	TN	S1	S2	FT	Ts	F	Tsc	MqP	MqM	Mq
Tiempo medio	Factor de valoración	Tiempo normal	Suplementario por fatiga o descanso	Suplementario por necesidades personales	Factor de tolerancia	Tiempo estándar	Frecuencia	Tiempo estándar de ciclo	Máquina parada	Máquina en marcha	Maquinado

Nota. La unidad de medida es centésima de minuto (C.M).

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°3: Presencia el cuello de botella antes de la mejora

Operarios	MqP	MqM	Mq	Suma	
Operario 1		24.3		24.31	
Operario 2	21.27		16.49	37.76	
Operario 3	58.7		136.708	195.46	
Operario 4		2.7		2.71	
Operario 5	28.865		10.2	39.04	
Operario 6	16.8		13.023	29.79	
Operario 7	93.1		54.132	147.20	
Operario 8	43.2		28.191	71.36	
Operario 9	76.0		114	190.00	
Operario 10	52.0		167	219.00	
Operario 11	10		43	53.00	
Operario 12	33.0		48	81.00	
Operario 13	120.0		228	348.00	Cuello de botella
TSc				1438.624	

Fuente: Elaboración propia

- $Producción (Pd) = \frac{8(60)(100)}{348.00} = 137.931 \approx 137$
- $Productividad\ parcial = \frac{137}{8} = 17.13\ mangas/hora$

- $Eficiencia = \frac{1438.624}{13(348.000)} = 31.800\% \approx 32\%$

Tabla N°4: Cuello de botella después de la mejora

Operarios	MqP	MqM	Mq	Suma	
Operario 1	0	24.3		24.310	
Operario 2	19.143		14.841	33.984	
Operario 3	58.7		136.70 8	195.455	
Operario 4	0	2.7		2.705	
Operario 5	28.865		10.2	39.039	
Operario 6	15.1		11.72	26.812	
Operario 7	93.1		54.132	147.204	
Operario 8	38.9		25.372	64.223	
Operario 9	76.0		114	190.000	
Operario 10	47.0		150	197.000	
Operario 11	10		43	53.000	
Operario 12	33.0		48	81.000	
Operario 13	90.0		171	261.000	Cuello de botella
TSc				1 315.732	

Fuente: Elaboración propia

- $Producción (Pd) = \frac{8(60)(100)}{242.000} = 183.908 \approx 183$
→ $Productividad\ parcial = \frac{183}{8} = 22.88\ mangas/hora$
- $Eficiencia = \frac{1\ 315.732}{13(261.000)} = 38.7778\% \approx 39\%$

Tabla N°5: Aplicación de las 3S's para la mejora

CATEGORIA	ELEMENTO	Antes					Después						
		1	0	7	4	1	Comentarios	1	0	7	4	1	Comentarios
SELECCION	Distinguir entre lo necesario y lo que no lo es												
	¿Han sido eliminados todos los artículos innecesarios?					X			X				
	¿Están todos los artículos restantes correctamente arreglados en condiciones sanitarias y seguras?				X				X				
	¿Los corredores y áreas de trabajo son los suficientes limpias y señalizadas?				X					X			
	¿Los artículos innecesarios están siendo almacenados en el almacén de tarjetas rojas y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					X					X		
	¿Existe un procedimiento para disponer de los artículos innecesarios?				X					X			
							14/50 =28%						26/50= 52%
ORDENAMIENTO	Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar												
	¿Existe un lugar específico para todo, marcado visualmente y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?					X			X				
	¿Está todo en su lugar específico y bajo las normas de buenas prácticas de manufactura?				X					X			
	¿Son los estándares y límites son fácil de reconocer?					X						X	
	¿Es fácil reconocer el lugar para cada cosa?					X				X			
	¿Se vuelven a colocar a las cosas en su lugar después de usarlas?				X				X				
							11/50 =22%						23/50= 46%
LIMPIEZA	Limpieza y buscando métodos para mantenerlo así												
	¿Son las áreas de trabajo limpias, y se usan detergentes y limpiadores aprobados?					X				X			
	¿El equipo se mantiene en buenas condiciones y limpio?				X				X				
	¿Es fácil distinguir los materiales de limpieza, y tiene un lugar para su almacenamiento?				X					X			
	¿Las medidas de limpieza utilizadas son inviolables?				X				X				
	¿Las medidas de limpieza y horarios en los que se desarrolla son visibles fácilmente?					X				X			
							14/50 =28%						26/50= 52%
Promedio							26%						50%

Fuente: Adaptado de "El método de las 5S" de Durón, A. (2008).

Tabla N°6: Comparación de los indicadores

	Cuello de botella	Producción diaria	Eficiencia
Antes	348.00	137.931 (137)	31.800% (32%)
Después	242.000	183.908 (183)	38.778% (39%)

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 podemos ver al operario 13 como el cuello de botella de todo el proceso, asimismo mencionar que enumeramos a los operarios para identificar que puede ser el mismo operario pero que esté desarrollando otras operaciones y en distintas áreas del taller. En adición podemos mencionar que una vez obtenido el cuello de botella podemos hallar la producción que vendría a ser 137 mangas en una jornada de 8 horas, dejándonos con una eficiencia de 31,80%.

En la tabla 4 se realizó una mejora empleando la Metodología 3S's y por lo que se terminó volviendo a evaluar, además hay que considerar que la mejora se realizó respecto al TSc, en el operario 13 hubo una mejora del 25 % y en los demás operarios que pertenecen al área de planchado un 10% para poder notar un cambio con total facilidad. Se aprecia que aún sigue siendo el cuello de botella el operario 13; sin embargo, tiene una menor medida además que se eleva la producción de 137 mangas a 183 en una jornada de 8 horas por lo que en la eficiencia se logró un incremento al 38.78%.

En la tabla 5 se muestra la implementación de las 3S's la cual en un inicio se observa que tiene una evaluación del 26 % y luego de las acciones tomadas hubo una evaluación de mejora a un 50 %.

4. CONCLUSIONES

- Se evaluó el impacto de la aplicación de la metodología 3S's en la productividad del entorno laboral de la empresa. Quedó corroborado que la implementación de la mencionada metodología en dicho entorno laboral generará un impacto positivo en la productividad. Este impacto positivo se manifestó claramente a través de un incremento en el porcentaje de eficiencia en los procesos, así como una notable reducción en los tiempos de producción.
- Los resultados descubiertos a través del cronometraje aplicado a la empresa permiten concluir que los cuellos de botella identificados en el proceso examinado están principalmente relacionados con el operario 13, específicamente en el desarrollo del área de planchado. Esta situación se traduce en un efecto negativo sobre los tiempos totales de producción y, por ende, sobre la productividad general.
- En última instancia, se logró llevar a cabo un análisis exhaustivo y el desarrollo de una medición detallada del nivel de eficiencia de todo el proceso, tanto antes como después de la implementación de la metodología 3S's seleccionada para la empresa. Esta evaluación rigurosa resultó en un aumento sustancial en la producción, con un incremento de 46 unidades terminadas. Además, se observó una variación positiva del 7% en la eficiencia en comparación con los datos previos a la implementación. Esta variación positiva se traduce directamente en una reducción de los costos de producción y un aumento en la productividad individual, destacando principalmente en los casos del operario 13 y los operarios del área del planchado.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, F. G.** (2012). El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica (6ta. Edición). Episteme. El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta ... - Fidiás G. Arias - Google Libros
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J.** (2009). Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministros (12.a ed.). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES.
- Conislla, E. V.** (2023). Propuesta de implementación de metodología 5S para la mejora de la gestión en el almacenamiento de avíos de una empresa de confección textil [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Textil y Confecciones]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- García, R.** (2005). Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw-Hill.
- García Román, R. A., & Rivera Graus, E. K.** (2021). Implementación de la metodología 5S para mejorar la productividad en el almacén de la empresa textil Vianny SAC, Lima 2021.
- Hernández-Sampieri & Mendoza** (2018), "Metodología de la investigación: las rutas cuantitativas, cualitativa y mixtas", México DF, México: McGRAWHILL INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C. V.
- Huambo Abad, O. D. C.** (2022). Propuesta de mejora de la línea de camisas empleando lean manufacturing y SLP para aumentar la producción de la empresa.

- Izaguirre, C. V., Sabino, C. B., Villar, L. M., & Quiliche, R. M.** (2022). Gestión de inventarios para incrementar la productividad en una empresa agrícola. *INGnosis*, 8(2), 8-18.
- Mayta Tolentino, R. A.** (2017). Diseño de un sistema de planificación y control de la producción basado en la teoría de restricciones, para mejorar la productividad de la empresa de tratamiento de vidrios. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Mendoza, G., & Matías, D. R.** (2022). APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DEL ÁREA DE TEJEDURÍA DE UNA EMPRESA TEXTIL UBICADA EN LA CIUDAD DE LIMA, 2021 [LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: CALIDAD Y DISEÑOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS]. Universidad Autónoma de Ica.
- Muñoz, A. M.** (2021). ESTUDIO DE TIEMPOS Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD. *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES*, 5(17), 40-54.
- Niebel, B. W., & Freivalds, A.** (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (12.a ed.).
- Lowry, S. M., H. B. Maynard y G. J. Stegemerten** (1940) *Time and Motion Study and Formulas for Wage Incentives*. 3a. ed. Nueva York: McGraw-Hill.
- Salazar, M. A.** (2019). Optimización del proceso de producción de blusas en el área de costura para mejorar la productividad en una empresa de confecciones aplicando herramientas de manufactura esbelta [Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniera Textil y Confecciones]. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Suarez Milian, S.** (2022). Implementación de la metodología 5S para incrementar la productividad en una empresa textil.