

100
CIA
TEC



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLOGÍA
SUPERIOR DE SAN MARTÍN



PUEBLA
GOBIERNO DEL ESTADO

Educación
Secretaría de Educación

POC
AMOR
PUEBLA

Pensar
en Grande

Edición N°36 agosto -diciembre 2024

ISSN 2007-5669



ITSSMT®
INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SAN MARTÍN TEXMELUCAN

#OrgulloHalcón®

TecNM - San Martín Texmelucan

CAMBIOS TECNO-PRODUCTIVOS Y TENDENCIAS PARA EL DESARROLLO REGIONAL

 smartin.tecnm.mx



MEJOR
EDUCACIÓN
SUPERIOR

Ing. Industrial
Ing. Ambiental
Ing. Electromecánica
Ing. en Gestión Empresarial



Consejo Público



100% Limpio
Cero emisiones



100% Limpio
Cero emisiones

   TecNM - San Martín Texmelucan

Directorio Institucional

Alejandro Armenta Mier

Gobernador Constitucional del Estado de Puebla

Luciano Concheiro Bórquez

Subsecretario de Educación Superior – SEP Federal

Ramón Jiménez López

Director General del Tecnológico Nacional de México

Manuel Viveros Narciso

Secretario de Educación del Estado de Puebla

Manuel Chávez Sáenz

Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados

Gonzalo Amador Juárez Uribe

Subsecretario de Educación Superior de la
Secretaría de Educación del Estado de Puebla

Luis Enrique Manzano Martínez

Encargado del Despacho de la Dirección de Universidades e Institutos
Secretaría de Educación del Estado de Puebla

Carlos Jiménez García

Encargado del Despacho de Subdirección de Institutos de la
Secretaría de Educación del Estado de Puebla

Mauricio Escobar Martínez

Director General del

“Cambios Tecno-Productivos y Tendencias Para El Desarrollo Regional”



Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Damián Huerta García

Director Académico

Emma Celinda Bonilla Macip

Directora de Planeación y Vinculación

Marisol López Ruiz

Subdirectora de Posgrado e Investigación

Salvador Pérez Mejía

Subdirector Académico

Grecia Iliana Nazar Lay

Subdirectora de Vinculación

Elia López Linares

Subdirectora de Planeación

Oscar Sánchez Sánchez

Subdirector de Servicios Administrativos

Héctor Luis Cruz Sánchez

Jefe del Departamento de Posgrado e Investigación

Arturo Santos Gómez

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Delghi Yudire Ruiz Patrón

Instituto Tecnológico Superior de Valladolid



Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Alejandro Rodríguez Juárez

Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Alma Rosa Netzahuatl Muñoz

Universidad Politécnica de Tlaxcala

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Judith Hernández Flores

Instituto Tecnológico Superior de Libres

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Blanca Estela Pedroza Méndez

Instituto Tecnológico de Apizaco

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Julio César Rojas Nando

Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Grace Erandy Báez Hernández

Instituto Tecnológico Superior de Guasave

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Jessica Ivón Cuevas Zapata

Instituto Tecnológico Superior de Zacatecas de Occidente

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Lizbeth Cobian Romero



Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Susana Astrid López García

Instituto Tecnológico Superior de Naranjos
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Araceli Vivaldo Vicuña

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Francisco Javier Gómez Montaño

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

María Petra Paredes Xochihua

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Iván Rafael Sánchez Juárez

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Clara Romero Cruz

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Comité Científico / Comisión de Arbitraje

María Elena Hernández Hernández

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan
Comité Científico / Comisión de Arbitraje



María Concepción Alvarado Méndez

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Arturo Santos Osorio

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Angélica Araceli Meza Albores

Facultad de Económica de la UNAM

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Claudia Yadira Luna Carrasco

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Hugo Hernández Cabrera

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

José Eleazar Aguilar Toalá

Universidad Autónoma Metropolitana

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Judith Banda Guzmán

División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca Universidad de Guanajuato

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Luis Carlos Álvarez Simón

Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica (INAOE)

Comité Científico / Comisión de Arbitraje



María Mercedes León Sánchez

División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca Universidad de Guanajuato

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Sabdiel Cruz Luna

Instituto Tecnológico Superior de Huauchinango

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Sergio Ernesto Medina Cuéllar

División de Ingenierías Campus Irapuato Salamanca

Universidad de Guanajuato Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Luis Ernesto Irigoyen Arrollo

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Esmeralda Aguilar Pérez

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Jesús Fidel Mendieta Reyes

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Nohemí González Tlaxco

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje

Vianney Morales Zamora

Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan

Comité Científico / Comisión de Arbitraje



ÍNDICE

<i>Implementación de la Norma 036 y Ergonomía Sostenible en el Almacén de la Comercializadora de Insumos Agrícolas</i>	12
<i>Impacto del Nearshoring en el empleo y el sector alimentario en Puebla y Tlaxcala</i>	21
<i>Implementación del PEAS en el TecNM campus San Martín Texmelucan</i>	39
<i>La nueva ruralidad en la zona del Valle de Atlixco en Puebla, una caracterización del municipio San Pedro Tlaltenango</i>	46
<i>La ecuación del calor bidimensional: solución analítica y numérica</i>	56
<i>Lo que nadie dice sobre las fuentes “amigables” de energía</i>	66
<i>Mejoras en seguridad y eficiencia con aditamentos en maquinaria industrial</i>	75
<i>Metodología para la identificación de patrones de consumo eléctrico mediante inteligencia artificial en el sector industrial.</i>	84
<i>Modelo de Gestión de Seguridad y Calidad en la Empresa DyCainox</i>	92
<i>Mystery Shopper: Evaluando la Calidad en la Industria de Iluminación</i>	103
<i>Optimización de Inventarios Mediante el Método ABC y Conteo Cíclico en Empresas de Iluminación comercial y decorativa</i>	110
<i>Planificación de Requerimientos de Materiales en un Centro de Inyección de Plásticos</i>	120
<i>Planificación y propuesta de diseño de mejora de una máquina Cosechadora de Camarones</i>	131
<i>Potencial de valorización mediante el reciclaje de residuos orgánicos pecuarios en cultivos de traspatio en Yucatán</i>	138
<i>Scrum y Kanban: versatilidad y flexibilidad que impulsan la productividad en diversos sectores</i>	161
<i>Sistema web para la predicción de consecuencias a largo plazo de Covid 19 (Fase 1)</i>	175
<i>Sistema de Evaluación del Cumplimiento de NOMs y Normativas SENASICA</i>	182
<i>Sistema de Análisis de Emociones</i>	200



<i>Tailwind Css y React.js: Alternativas para Simplificar y Reducir Código.....</i>	211
<i>Transformando la educación con steam: proyecto de robótica educativa.....</i>	228
<i>Análisis de los Aspectos de Superación Personal que Contribuyen al Desarrollo Humano en Estudiantes Universitarios</i>	240
<i>Adquiere destreza en bobinado mediante un Prototipo Didáctico</i>	259
<i>Una inmersión interactiva con abejas meliponas en realidad aumentada (ar)</i>	277
<i>Aplicación web para solicitud de Artesanías (WEB Arte Mixteca)</i>	286
<i>Beneficios de implementar el módulo de Producción de un sistema ERP en empresa productora de alimentos</i>	295
<i>Beneficios del modelo de negocios community-supported culture en la agricultura, en la región</i>	310
<i>Comunicación, factor crítico de éxito, en los procesos de implementación de innovación</i>	319
<i>Construcción de un prototipo para control de temperatura con sensor RTD.....</i>	339
<i>Desarrollo de Dispositivo Electrónico de Bajo Costo para Automatización Utilizando Microcontroladores Arduino</i>	349
<i>Desarrollo de una Aplicación virtual para el aprendizaje visual de simbología e implementación circuitos eléctricos</i>	361
<i>Diseño de batería para rehabilitación de destreza manual fina en pacientes con ACV</i>	369
<i>Desarrollo de un Sistema de Registro y Control de Calidad de Producción.....</i>	377
<i>Diseño de una Herramienta Web para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Sector Hotelero de Valladolid, Yucatán</i>	384
<i>Diseño de un SGI para el fortalecimiento de la planificación de suministros en el almacén de viveros</i>	402
<i>Diseño de Prototipo para el Reconocimiento Automatizado de Productos Agrícolas mediante Redes Neuronales aplicado en sistema de inventario</i>	418
<i>El RESICO, CFDI, buzón tributario y firma electrónica promoviendo la formalidad</i>	427
<i>Efecto de un biofertilizante sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de maíz..</i>	438
<i>Diseño y estudio para uso de fotoceldas en ventanas sustentables.</i>	449
<i>Estrategias de Capacitación para la Transferencia de Conocimiento en PYMES Texmelucan</i>	463



<i>Estructuración: plan Mantenimiento Autónomo y Planificado del proceso Textil de apertura</i>	<i>474</i>
<i>Evaluación del contexto de PyMES para encaminar a su Formalización</i>	<i>490</i>
<i>Evaluación del Departamento de Recursos Humanos en una empresa de servicio de distribución de combustible con la técnica 360 grados.....</i>	<i>497</i>
<i>Fitoterapia en la microbiota intestinal: una revisión sistemática y análisis cienciométrico</i>	<i>511</i>
<i>Phytotherapy in the intestinal microbiota: A systematic review and scientometric analysis</i>	<i>511</i>
<i>Generación de Informes Eficientes: Enfoque Basado en Soluciones Open Source</i>	<i>533</i>
<i>Formalización de PyMEs un impulso a la sostenibilidad y crecimiento</i>	<i>550</i>
<i>Identificación del modo de vida campesino en la localidad de San Juan Tuxco Texmelucan, Puebla</i>	<i>559</i>
<i>Hacia una guía organizacional para crear negocios que industrialicen residuos....</i>	<i>566</i>



Editorial

La creciente evolución tecnológica y productiva ha transformado significativamente el desarrollo de las regiones, impulsando cambios en los sectores económicos y sociales. En este contexto, la presente revista busca ser un espacio de difusión académica y profesional, donde investigadores, docentes y expertos comparten sus estudios y reflexiones sobre las tendencias emergentes en innovación, digitalización, sostenibilidad y políticas públicas.

La publicación tiene como objetivo principal generar un debate informado que contribuya a la formulación de estrategias efectivas para el desarrollo regional en los siguientes temas: innovación tecnológica y su impacto, digitalización y automatización en los sectores productivos, sostenibilidad y economía circular en la producción regional, industria 4.0 y su implementación en el ámbito local, infraestructura tecnológica y conectividad para el desarrollo, políticas públicas y estrategias de fomento a la tecnología, educación y formación para la transformación digital, casos de éxito y buenas prácticas en el uso de nuevas tecnologías.

Con la certeza que este número proporciona al lector un contexto de la evolución de la tecnología desde la perspectiva de diversos profesionales que se encuentran adscritos a distintos campus del TecNM y de otras instituciones de Educación Superior, lo que les permite estar en primera línea de la realidad sobre los retos que las instituciones enfrentan. Agradeciendo a los docentes-investigadores, estudiantes y academias que aportan al presente volumen por su interés al compartir sus experiencias y reflexiones, contribuyendo así al trabajo colaborativo y multidisciplinario en beneficio de la sociedad.

Comité editorial

100CIATEC. Derechos de autor y Derechos y Conexos, Año 17, No. 36, agosto-diciembre 2024, es una publicación semestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Camino a la Barranca de Pesos S/N, San Lucas Atoyatenco, San Martín Texmelucan, Puebla, 74120, Tels: 01 (248) 688 6461 o terminación 62 y 63. Página web: smartin.tecnm.mx, direccion.general@smartin.tecnm.mx. Reserva de Derechos al uso exclusivo No. 04 5669, 2021112510244200 mail: 203, ISSN Número 2007-5669 ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derecho de Autor. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan. Queda estrictamente prohibido la reproducción parcial o total de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional de Derechos de Autor.



Implementación de la Norma 036 y Ergonomía Sostenible en el Almacén de la Comercializadora de Insumos Agrícolas

Báez, Hernández-Grace Erandy¹, Alzate, Espinoza- Juan Héctor ², y Saucedo, López-Emilia Estefana³

1. Departamento de Ciencias Industriales, TECNM-Instituto Tecnológico Superior de Guasave, grace.bh@guasave.tecnm.mx
2. Departamento de Ciencias Mecánicas, TECNM-Instituto Tecnológico Superior de Guasave, juan.ae@guasave.tecnm.mx
3. Departamento de Ciencias Industriales, TECNM-Instituto Tecnológico Superior de Guasave, emilia.sl@guasave.tecnm.mx

Resumen: La ergonomía sostenible se refiere a la aplicación de principios ergonómicos que buscan optimizar la comodidad, seguridad y productividad de los trabajadores, y minimizar el impacto ambiental y promover prácticas laborales sostenibles. Este enfoque considera tanto la salud de los trabajadores como la sostenibilidad del entorno de trabajo y los recursos utilizados, logrando un equilibrio entre el bienestar humano y la preservación ambiental. (Thatcher & Yeow, 2018). Los trabajadores de la empresa comercializadora de insumos agrícolas en el almacén presentan problemas musculoesqueléticos por trabajo repetitivo, manejo manual de carga y un bajo nivel de productividad, principalmente en la bodega de la empresa. El objetivo principal es la implementación de la norma NOM-036-1-STPS-2018, Factores de riesgo ergonómico en el Trabajo-Identificación, análisis, prevención y control. Parte 1: Manejo manual de cargas, en el almacén de la comercializadora, logrando como resultado, determinar cuáles son los riesgos a los que el personal está expuesto y las posibles soluciones para prevención.

Palabras clave: Ergonomía, Manejo Manual de Cargas, NOM 036.



Abstract: Sustainable ergonomics refers to the application of ergonomic principles that seek to optimize worker comfort, safety and productivity, while minimizing environmental impact and promoting sustainable work practices. This approach considers both the health of workers and the sustainability of the work environment and resources used, achieving a balance between human well-being and environmental preservation (Thatcher & Yeow, 2018). The workers of the agricultural inputs trading company present musculoskeletal problems due to repetitive work, manual load handling and a low level of productivity, mainly in the company's warehouse. The main objective is the implementation of the standard NOM-036-1-STPS-2018, Ergonomic Risk Factors at Work-Identification, analysis, prevention and control. Part 1: Manual handling of loads, in the warehouse of the trading company, achieving as a result, determine what are the risks to which the staff is exposed and possible solutions for prevention.

Keywords: Ergonomics, Manual Handling of Loads, NOM 036.

1. Introducción

La ergonomía sostenible se refiere a la aplicación de principios ergonómicos que no solo buscan optimizar la comodidad, seguridad y productividad de los trabajadores, si no también minimizar el impacto ambiental y promover practicas labores sostenibles. Este enfoque considera tanto la salud de los trabajadores como la sostenibilidad del entorno de trabajo y los recursos utilizados, logrando un equilibrio entre el bienestar humano y la preservación ambiental. (Thatcher & Yeow, 2018).

La Norma Oficial Mexicana NOM-036-1-STPS-2018 establece los lineamientos específicos para la prevención de riesgos ergonómicos relacionados con el manejo manual de cargas en el trabajo, principalmente para evitar lesiones musculoesqueléticas y fomentar prácticas seguras en el levantamiento, transporte, empuje, y arrastre de cargas pesadas. El objetivo de la norma es: Establecer condiciones de seguridad para prevenir riesgos derivados del manejo manual de cargas, asegurando que las cargas sean manipuladas de manera segura para proteger la salud de los trabajadores. Con un campo de aplicación en todas las actividades laborales en donde se realice manejo manual de cargas, especialmente en áreas como almacenes, fábricas y centros de distribución. Con ello busca evaluar las características de la carga). Y la evaluación de los riesgos ergonómicos que van desde la evaluación de la carga (peso, tamaño, forma) frecuencia y duración del manejo, así como las posturas adoptadas. En esta norma promueve el uso de equipos de asistencia, como carretillas, elevadores hidráulicos, etc. Así como la capacitación y la supervisión y evaluación periódica. (STPS, 2018).



En este proyecto de investigación se diagnosticará las causas de la salud física y mental de los trabajadores, así como las condiciones físicas que afectan directamente a las actividades que se realizan en el departamento de almacén. Se busca medir las acciones de Manejo manual de cargas. Implementar la norma 036 y el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) que sirve para medir los factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos músculo-esqueléticos en los miembros superiores del cuerpo, tales como las posturas adoptadas, la repetitividad de los movimientos, la fuerza aplicada o la actividad estática del sistema músculo-esquelético. Se busca mejorar condiciones de trabajo en almacén de la comercializadora de insumos agrícolas.

Es una empresa que tiene su ubicación en Guasave Sinaloa. En este centro de trabajo está presente algunos problemas que requieren atención, como: accidentes laborales con una tasa de 8 por cada 100 trabajadores, así como no cumplir a su totalidad con la aplicación de las normas de seguridad, desencadenando problemas de condiciones ambientales en puestos de trabajo como iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, y el diseño del puesto de trabajo como alturas de trabajo, espacio disponible, herramientas utilizadas. La carga física realizada, posturas forzadas, manejo de manual de materiales, y los aspectos mentales o psicosociales del trabajo son situaciones presentes. Así como no contar con un equipo de protección personal suficiente para el cuidado de la salud de los trabajadores. Las capacitaciones, además de ofrecerle mayor ganancia, han contribuido tanto a elevar la productividad, como a reducir en un 18 por ciento el índice de siniestralidad. Sin embargo, no se cuenta con equipo como fajas, montacargas, o grúas de desplazo para mover cosas en bodega. No se cuenta con señalizaciones de seguridad en caso de emergencias, ni manejo de productos tóxicos e inflamable. Dejando expuestos a los trabajadores a riesgos laborales latentes. Es por ello que tiene como objetivo Implementar la norma 036 para mejorar condiciones de trabajo en almacén de la comercializadora de insumos agrícolas.

El peligro de no cumplir las normas de seguridad en el trabajo es que pueden desencadenarse accidentes de diversa gravedad, que podrían evitarse con un poco más de sentido común por parte de las personas, tanto empleados como empresarios.



Algunos de los problemas de seguridad que enfrentan las empresas son por las condiciones ambientales del puesto de trabajo como la iluminación, ruido, temperatura, vibraciones, etc., el diseño del puesto de trabajo como alturas de trabajo, espacio disponible, herramientas utilizadas, etc., la carga física realizada, poniendo atención en posturas forzadas, movimientos repetitivos, manejo manual de cargas, fuerzas, etc. y los aspectos mentales o psicosociales del trabajo como el descanso, presión de tiempos, participación en las decisiones, relaciones entre compañeros y con los responsables, etc. Esta empresa no cuenta con equipo de protección personal suficiente para el cuidado de la salud de los encargados de repartir y de la bodega, no cuentan con un monta cargas solo con un diablito que debe ser jalado por el bodeguero, no cuentan con fajas para los trabajadores para la actividad de cargar productos en las camionetas y esto les podría causar daños en su cuerpo, no cuenta con señalizaciones de seguridad en caso de emergencias, para prevenir y dar aviso que puede suceder algún accidente, también debe de tener señalizaciones de que se manejan productos tóxicos e inflamables para que las personas que ingresen estén conscientes del peligro que les pueden ocasionar esos productos.

La jornada laboral es de 7 a 8 horas diarias de lunes a viernes, se trabaja de 8 de la mañana a 1 de la tarde con dos horas de comida de 1 a 3 y las otras tres horas es de 3 a 6, la hora de salida es a las 5 de la tarde, pero cuando es temporada agrícola se trabaja hasta las 6, cuando hay poco trabajo se trabaja con horario corrido y los sábados se trabajan 5 horas de 8 de la mañana a 1 de la tarde. El Objetivo general es implementar la norma 036 para mejorar condiciones de trabajo en el almacén de la comercializadora de insumos agrícolas.

2. Sustento Teórico

En México se han realizado investigaciones e implementado el Método ERIN desarrollado para que personal no experto evalúe individuos expuestos a factores de riesgo de desórdenes musculoesqueléticos de origen laboral (Ruiz, 2017)., así pues, este estudio sólo evalúa un método sin considerar alguna condición ambiental.

Así mismo, en el Estado de Chihuahua, México; (Rodríguez Ruiz, Y., y Guevara Velasco C., 2011) evaluaron cinco estaciones de trabajo con los métodos ergonómicos Evaluación del Riesgo Individual (ERIN) y Rapid Upper Limb Assessment (RULA) para comparar resultados y contrastarlos con el número de enfermedades registradas por estación. Se realizó la observación directa de las estaciones de trabajo, se filmaron y se recopilaron las estadísticas relacionadas con las enfermedades ocupacionales.



Finalmente se realizaron un conjunto de propuestas dirigidas a disminuir el riesgo por variable y global de ERIN con una hoja de campo. Los resultados mostraron coincidencia entre los niveles, en cuatro de las cinco estaciones, así como relación y el número de enfermedades, excepto en una estación. Las propuestas preliminares realizadas no implican grandes costos y redujeron el riesgo global de ERIN.

Los dos principales métodos de evaluación utilizados a menudo para la evaluación ergonómica son la Evaluación Rápida de Miembros Superiores (RULA) y la Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo (REBA). Los dispositivos más populares son Unidades de Medición Inercial (IMU) y Microsoft Kinect.

La norma 036 STPS aplica en todos los centros de trabajo donde existan trabajadores cuya actividad implique realizar manejo manual de cargas (mayores a 3kg) de forma cotidiana (más de una vez al día). En un estudio que realizó López en 2023 en la ciudad de Guanajuato capital, en el mercado Hidalgo, se observó que los distribuidores de carne que reparten en los diferentes establecimientos de este mercado, soportar cargas de más de 20kg hasta su lugar de entrega. Aunado a esto se encuentran escaleras y pequeñas rampas pronunciadas para el traslado desde el área de descarga hasta la entrega del producto. Con este estudio se generó la consciencia de la importancia de la correcta utilización de Equipo de Protección Personal, tanto por parte de los cargadores, como de las empresas responsables, así evitando enfermedades laborales a futuro. (López, 2023).

3. Metodología

Para este proyecto de investigación se realizó una investigación de campo aplicable en la empresa.

Realizar los recorridos por la empresa para identificar las actividades de riesgo y áreas de trabajo.

Evaluación de los riesgos ergonómicos en área de trabajo

Diseño de un plan de acción, con los procedimientos de evaluación de riesgos.

Aplicación de métodos de evaluación ergonómicas

Diseño de control de monitoreo y seguimiento para la mejora continua

4. Resultados

Se identificaron 2 áreas de trabajo, Bodega y Oficina. En Bodega hay personal del sexo masculino de 56 años y otro de 55 años, con cuerpo robusto, y enfermedades como Hipertensión y presenta fatiga al realizar sus actividades en bodega. En el área de oficina hay 4 personas laborando, tres del sexo masculino, una de sexo femenino con rango de edad entre 40 a 52 años, con cuerpo robusto y enfermedades de Hipertensión y presenta molestias y fatiga por algunas actividades realizadas en la oficina.

Aplicación del método de evaluación ergonómica - Método RULA

Este se aplicó en Bodega con la persona que realiza desplazamiento de carga de insumos (sacos de fertilizante) en la bodega hasta 200 kilogramos. (Ver Figura 1)





Figura 1. Estación 1 Bodeguero.

Fuente: Elaboración propia

Método R.U.L.A. Hoja de Campo

Figura 2. Aplicación del Método RULA en la estación 1 de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 2, se muestra la puntuación final de la tarea que realiza el bodeguero salió un puntaje de 7 el método indica que “se debe estudiar y modificar inmediatamente esa actividad” Con base a esto se sugiere modificar la actividad para evitar que el bodeguero sufra alguna enfermedad o lesión en su cuerpo.

Tabla 1. Factores de Riesgos en las actividades Levantar, Transporta y equipo.

Factores de riesgo	Levantar		Transportar		Equipo	
	Color	Valor	Color	Valor	Color	Valor
Peso y ascenso de la carga/frecuencia de transporte	Naranja	4	Naranja	4	Naranja	4
Distancia horizontal entre las manos desde la parte inferior de la espalda	Naranja	3	Naranja	3	Naranja	3
Región de levantamiento vertical	Rojo	3			Verde	0
Torsión y flexión lateral del torso. Carga asimétrica sobre el torso (transporte)	Rojo	3	Naranja	1	Verde	0
Restricciones posturales: posturas incómodas, forzadas o restringidas	Rojo	3	Naranja	1	Naranja	1
Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción)	Naranja	1	Naranja	1	Verde	0
Superficie de trabajo	Verde	0	Verde	0	Verde	0
Otros factores ambientales	Naranja	1	Naranja	1	Naranja	1
Distancia de transporte			Verde	0		
Obstáculos en la ruta (solo en transporte)			Naranja	3		
Comunicación, coordinación y control (solo manejo manual de carga en equipo)					Verde	0
Puntuación	Rojo	10	Rojo	13	Naranja	9
Nivel de Riesgo						

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 1 se ve los factores de riesgos en las actividades levantar, transporta y equipo se describe a continuación.

Peso de la carga y frecuencia: Peso 20 kg con una frecuencia de 60 levantamientos por hora. Color: Naranja. Valor: 4.

Distancia horizontal entre las manos y la parte inferior de la espalda: Moderado: torso inclinado hacia delante. Color: Naranja. Valor: 3

Región de levantamiento vertical: La altura de la cabeza o superior. Color: Rojo. Valor: 3.

Torsión y flexión lateral del torso: Torsión y flexión lateral del torso. Color: Rojo. Valor: 3.

Restricciones posturales: La postura es severamente restringida, el color de la banda es rojo por ejemplo, es un trabajo en área confinada en esta ocasión la bodega. Valor: 3.

Acoplamiento mano-carga (elementos de sujeción): Es un agarre regular ya que los dedos van sujetos a 90° bajo el contenedor o la carga. Color: Naranja. Valor: 1. 95

Superficie de trabajo: Piso seco, limpio y en buenas condiciones de mantenimiento. Nivel: Verde. Valor: 0.

Otros factores ambientales: Factor de riesgo presente como el aire y la iluminación. Nivel: Naranja. Valor: 1.

Equipo de Protección Personal



Al realizar los recorridos por la empresa se observa que los trabajadores que están en la bodega, y que los empleados no cumplen con fajas para su cuerpo que ayuda a soportar el peso de la carga, el encargado de bodega no cuenta con casco que le permita cuidarse a la hora de que surja algún derrumbe o para protegerse de algún golpe. De igual manera no cuentan con la ropa necesaria para el manejo de agroquímicos como mandiles, no tienen respiradores ni mascarillas para cuidarse de los olores que tienen los agroquímicos y esto tendría consecuencia en su salud a lo largo del tiempo, La mayoría de las veces no utilizan calzado ocupacional que les permita cuidarse contra golpes o evitar alguna caída, este punto es muy importante porque es el primer causante de accidentes.

Los colores y señalizaciones son un factor importante a la hora de algún incidente o para prevenirlos, en las instalaciones de la empresa en la bodega es la única área que cuenta con pocas señalizaciones y colores. Se cuenta con las señalizaciones donde se encuentran los extintores, por fuera de las instalaciones solo esta una de color verde que indica información de por donde es la ruta de evacuación en caso de accidentes y también cuenta con la señalización de advertencia donde puede a ver peligro eléctrico. Como se muestra en la figura 3.

COLOR DE SEÑAL	COLOR DE CONTRASTE	SIGNIFICADO Y FINALIDAD	INDICACIONES Y PRECISIONES
ROJO	BLANCO	Señal de Prohibición	Comportamientos Peligrosos
		Peligro - Alarma	Alto, Parada. Dispositivos de emergencia. Evacuación
		Material y Equipos de Lucha contra incendios	Identificación y Localización
AMARILLO	NEGRO	Señal de advertencia	Atención precaución, Verificación
AZUL	BLANCO	Señal de obligación * Señal de Seguridad solo cuando se utilicen dentro circulos	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual
VERDE	BLANCO	Señal de Salvamento o de auxilio	Puertas salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales
		Situación de seguridad	Vuelta a la normalidad

Figura 3. Colores y Señalización aplicables.

Fuente: Elaboración propia

El Equipo de Protección Personal: que se requerirá dentro de las áreas de trabajo será el siguiente: Mascarillas, Protección ocular, protección facial, delantales, Botas de seguridad, Cascos para protección de la cabeza.

5. Conclusiones



El estudio de los factores de riesgos en el lugar de trabajo es una parte medular del campo de la ergonomía. A través de la utilización del Método RULA, se pudo establecer los niveles de Riesgo Ergonómico de los Puestos de Trabajo del personal del área de bodega, determinándose que el total de los trabajadores se encuentran en un riesgo cuyo estudio debe ser ampliado para evitar futuras complicaciones, concluyéndose que deben realizarse modificaciones en posturas, mobiliario y uso del equipamiento. Se estableció que tanto hombres como mujeres se encuentran en los mismos niveles de riesgo en porcentajes similares. La edad de los participantes es mayormente adulta con un rango de edad de 50 – 60 años, determinándose además que es esta población la que mayormente tiene problemas ergonómicos. También se demostró que el nivel de Riesgo Ergonómico de los participantes se encuentra en los límites medio y alto como viene indicado en la Norma 036 STPS, se necesitan seguir las respectivas recomendaciones para evitar enfermedades y trastornos musculo-esqueléticos a corto o largo plazo. Para esto se sugieren algunas medidas de gran utilidad: Una capacitación, efectiva y constante, que se evalúe el conocimiento de cada trabajador, así como su posible retroalimentación.

Sugerir a la alta Gerencia el rediseño de la instalación para implementar el uso adecuado de señalizaciones y así mejorar la bodega contribuyendo con la eficiencia de los procesos, establecer normas de orden y limpieza para prevenir riesgos dentro de la bodega y crear e implementar políticas de uso para los equipos de trabajo y realizar seguimientos y controles permanentes para verificar el cumplimiento de las normas establecidas.

6. Referencias

- o López, L. E. (2023). Análisis de factores de riesgos para personas que distribuyen carne de bovino y porcino en mercados basados en la NOM-036 . *Revista Jóvenes en la Ciencia*, 1-10.
- o Rodríguez, R.Y. y Guevara, V.C. (2011). *Empleo de los métodos ERIN y RULA en la evaluación ergonómica de estaciones de trabajo*. México: Ingeniería Industrial.
- o Ruiz, Y. R. (2017). *ERIN: Un método observacional para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo-esqueléticos*. México: Ergonomic.
- o STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social). (2018). *Norma Oficial Mexicana NOM.036-1-STPS-2018 "Factores de riesgo ergonómico en el trabajo-Manejo manual de cargas"*. México: Diario Oficial del la Federación.
- o Thatcher, A. y Yeow, P. (2018). Ergonomic and sustainability: Towards and embrace of complexity and emergence. *Ergonomic*, 343-357.



Impacto del Nearshoring en el empleo y el sector alimentario en Puebla y Tlaxcala

Neri, Suarez- Martin, Hernández, Quiroz-Lorena, Ramírez, Rosas-José Gonzalo y Ortiz, Alamilla-Adriana Ivón

Resumen: Esta investigación analizó el impacto del Nearshoring en la economía y el empleo de los estados de Puebla y Tlaxcala, centrándose en la industria alimentaria y la variabilidad en la densidad empresarial entre 2010 y 2023. Utilizando datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas, se evaluó la correlación entre la densidad de empresas extranjeras y la Población Económicamente Activa (PEA), encontrando que la presencia de estas empresas no influye significativamente en la actividad económica local. Se identificó que la distribución de empresas varía considerablemente entre municipios, lo que refleja la necesidad de políticas diferenciadas para atraer y retener inversiones, y fomentar un desarrollo económico equilibrado. La investigación concluyó que el Nearshoring ofrece oportunidades significativas, pero su éxito depende de la implementación de estrategias adaptadas a las condiciones locales.

Palabras clave: Economía regional, Industria alimentaria, Inversión extranjera directa, Nearshoring, Población Económicamente Activa

Abstract: This study examined the impact of Nearshoring on the regional economies of Puebla and Tlaxcala, focusing on the food industry and foreign enterprise density from 2010 to 2023. The research utilized data on the Economic Activity Population (PEA) and enterprise density, analyzing changes across various municipalities. Results indicated that Nearshoring has unevenly influenced local economic dynamics, without a significant direct correlation with economic activity levels. The presence of foreign companies did not consistently enhance local economic engagement as measured by PEA. Specific municipalities like Cuautlancingo and Puebla experienced significant growth in the number of businesses, contributing positively to local economic development. Conversely, areas like Atlixco saw a decline, highlighting the need for targeted economic policies to evenly distribute Nearshoring benefits. The study underscores the necessity for policies that attract and retain investments while promoting equitable economic development.

Keywords: Regional economy, Food industry, Foreign direct investment, Nearshoring, Economically Active Population



1. Introducción

El Nearshoring se define como la práctica empresarial de trasladar operaciones a países cercanos para aprovechar beneficios como la proximidad geográfica, la reducción de costos y la mejora en la eficiencia de la cadena de suministro. Esta estrategia se diferencia del *offshoring* por su énfasis en la cercanía, lo que facilita una mayor sincronización y respuesta rápida a las demandas del mercado (Romero, 2024).

A nivel global, el Nearshoring ha cobrado impulso como respuesta a los desafíos logísticos y económicos presentados por crisis globales como la de 2008 y la pandemia de COVID-19 (Garrido, 2023). Estas crisis revelaron las vulnerabilidades de las cadenas de suministro extendidas y promovieron una reconsideración de las estrategias de localización de las empresas. En América Latina, y particularmente en México, el Nearshoring se ha visto favorecido por la proximidad a Estados Unidos y por la participación en tratados comerciales como el T-MEC, lo que ha reforzado su atractivo como destino para la reubicación de empresas, especialmente en sectores como la manufactura y los alimentos (CEPAL, 2022).

En los estados de Puebla y Tlaxcala, se ha observado un incremento significativo en el establecimiento de empresas extranjeras, impulsado por factores como la calidad de la infraestructura logística y un entorno favorable para la inversión. Estos estados se han destacado en la atracción de inversiones en sectores críticos como el automotriz y, de manera destacada, el de alimentos. La industria alimentaria, en particular, ha visto una expansión notable, con una creciente presencia de empresas internacionales que buscan capitalizar las ventajas logísticas y los recursos agrícolas de la región (Fernández Hernández & Bravo Benítez, 2023).

El Nearshoring no solo implica cambios económicos, sino también ambientales y sociales. Económicamente, contribuye al crecimiento del empleo y al fortalecimiento de las economías locales. Ambientalmente, puede reducir la huella de carbono de las empresas al minimizar la necesidad de transporte de larga distancia. Socialmente, el Nearshoring puede fomentar un desarrollo más equilibrado al distribuir la industrialización más uniformemente y promover mejores estándares laborales (Gaytan, 2024).

Esta investigación busca examinar el impacto del Nearshoring en la dinámica económica de los estados de Puebla y Tlaxcala desde 2010 hasta 2023, con un enfoque particular en la industria de alimentos. Se analizará cómo la densidad de empresas extranjeras ha influenciado la Población Económicamente Activa (PEA) y la estructura económica regional, identificando las tendencias y los cambios en el establecimiento de estas empresas a lo largo del tiempo, y evaluando específicamente su impacto en el sector alimenticio, vital para la economía local.



2. Delimitación contextual

El presente estudio se centra en evaluar el fenómeno del Nearshoring en los estados de Puebla y Tlaxcala, dos regiones estratégicamente ubicadas en el centro de México, que han experimentado un notable incremento en la inversión extranjera (UNCTAD, 2023), particularmente en la industria de alimentos. Esta investigación se delimita en el análisis del periodo de 2010 a 2023, un lapso significativo que permite observar los efectos a largo plazo de las políticas económicas y los cambios en el mercado global sobre la dinámica local.

El marco de referencia para este estudio se basa en la literatura que explora la reconfiguración de las cadenas de suministro globales y la respuesta de las economías locales a las estrategias de Nearshoring. Se aplicaron métodos estadísticos avanzados para analizar la densidad de empresas extranjeras y su relación con la Población Económicamente Activa (PEA), utilizando datos del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Estos métodos permiten una evaluación rigurosa y detallada de las tendencias y patrones en la distribución de empresas extranjeras y su impacto en la economía regional.

Entre las aportaciones científicas más relevantes de este trabajo se encuentra la identificación de las variaciones en la presencia de empresas extranjeras en la región y cómo estas han influido en el mercado laboral y la estructura económica de Puebla y Tlaxcala. El análisis contribuye a entender las dinámicas de Nearshoring en un contexto localizado, aportando evidencia sobre los beneficios y desafíos que esta práctica presenta para el desarrollo económico regional.

Sin embargo, el estudio enfrenta limitaciones, como la disponibilidad y resolución de los datos, que pueden afectar la generalización de los resultados a otras regiones o sectores. Además, mientras que el análisis cuantitativo ofrece una visión clara de las tendencias, los efectos cualitativos del Nearshoring, como el impacto en la calidad del empleo y las condiciones laborales, requieren un examen más profundo.

Este trabajo se suma a la literatura existente al proporcionar un análisis contextualizado del Nearshoring, destacando su impacto en sectores específicos como el alimenticio, y ofrece una base para futuras investigaciones que podrían explorar otras variables socioeconómicas o comparar con otras regiones geográficas. La investigación hasta ahora difundida ha explorado ampliamente el Nearshoring en contextos como el norteamericano y asiático, pero este estudio aporta una perspectiva centrada en el contexto mexicano, especialmente en regiones menos examinadas en la literatura previa.

3. Metodología



Obtención de la Información

Para el desarrollo de este estudio, se recurrió a la base de datos proporcionada por el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE, 2023). Esta base de datos comprende información detallada sobre establecimientos industriales de empresas extranjeras con plantillas laborales superiores a 250 empleados, localizados en los estados de Puebla y Tlaxcala. Adicionalmente, se extrajeron datos de la Población Económicamente Activa (PEA) por municipio para los años 2010 y 2020 de las publicaciones del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2010; 2020). El análisis abarcó sectores industriales diversos, tales como Alimentos, Automotriz, Construcción, Electrodomésticos, Hidrocarburos, Industrial, Materiales de Construcción, Química y Textil, proporcionando un panorama amplio del impacto industrial en la región.

Estandarización y Análisis de Datos

Con el objetivo de facilitar comparaciones efectivas entre municipios, se estableció la densidad de empresas extranjeras, calculando la proporción de empresas por cada 100 habitantes. Igualmente, se analizó la Población Económicamente Activa (PEA) relativa a nivel municipal, expresada en términos porcentuales. La relación entre estas variables se examinó mediante la técnica estadística de correlación de Pearson, para identificar posibles influencias directas sobre la PEA. Este análisis estadístico fue realizado utilizando RStudio, versión 2023.06.0 (2023), garantizando un tratamiento de datos riguroso y actualizado.

Dispersión Geográfica

La dispersión geográfica de las empresas fue visualizada mediante el software de Sistemas de Información Geográfica (GIS), QGIS 3.3 (QGIS, 2018). Se mapeó la ubicación de las empresas extranjeras por sector industrial, para los años 2010 y 2023, en los municipios de Puebla y Tlaxcala. Este mapeo facilitó la identificación de patrones geográficos y agrupaciones de actividades industriales, permitiendo un análisis visual directo de cómo las empresas extranjeras se distribuyen a lo largo del territorio estudiado. Este enfoque no solo proporcionó una comprensión geográfica de la presencia empresarial, sino también una base sólida para interpretar cómo el contexto regional puede afectar la agrupación industrial.

4. Desarrollo**Influencia de la densidad de empresas en la Población Económicamente Activa (PEA)**

El presente análisis se realizó para conocer la influencia de la densidad de empresas sobre la Población Económicamente Activa (PEA) para los años 2010 y 2020. El resultado de la correlación de Pearson de las variables de densidad de empresas por municipio versus la Población Económicamente Activa es de 0.0239. Esto indica que no hay una relación lineal fuerte entre la densidad de empresas extranjeras y la PEA Relativa 2020. El gráfico de dispersión respalda esta interpretación ya que no muestra una tendencia clara; los puntos no se alinean de manera que indiquen una relación positiva o negativa significativa. La mayoría de los puntos están agrupados hacia el lado izquierdo del gráfico, lo que sugiere que muchos municipios tienen una densidad baja de empresas extranjeras y varían ampliamente en la PEA Relativa 2020 (Figura 1).

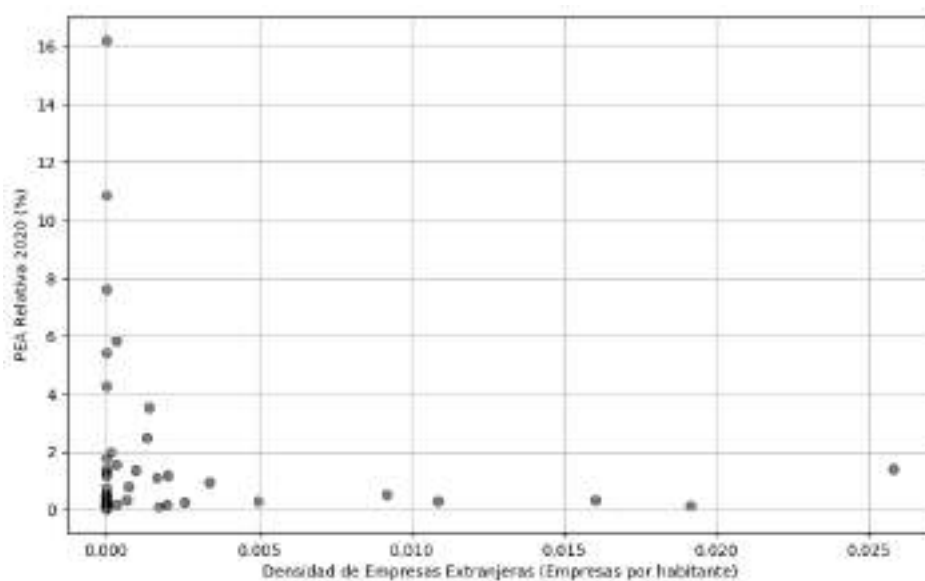


Figura 1. Correlación entre la cantidad de empresas extranjeras en relación con la población económicamente activa.

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2020, 2023).

Este resultado sugiere que la presencia de empresas extranjeras no es un predictor fuerte de la actividad económica local en términos de PEA, lo que indica que otros factores pueden tener un papel más importante. Según Stringer y Melgarejo (2023), las dinámicas de la cadena de suministro entre México y EE.UU. han mostrado una resiliencia notable, influenciada por el Nearshoring, que es crucial para entender estas dinámicas locales. Además, Duran-Fernandez (2024) señala que el impacto de la manufactura multi-sectorial del Nearshoring en los estados fronterizos del norte de México sugiere un efecto significativo sobre la estructura económica local, especialmente en sectores específicos como la manufactura.

En este contexto, Silva-Castañeda (2024) destaca que, a pesar de los impactos tangibles del Nearshoring en México, la falta de herramientas estadísticas precisas limita la comprensión completa de su magnitud. Los indicadores disponibles, como el aumento en la demanda de espacios en parques industriales y niveles récord de Inversión Extranjera Directa (IED), proporcionan solo una visión parcial. Además, el Nearshoring podría estar impulsando la sustitución de importaciones, lo que afecta el contenido nacional de las exportaciones sin cambiar el volumen total exportado.

Las empresas extranjeras pueden tener impactos variados en la economía local que no se capturan con la medida de densidad empresarial. Algunas empresas pueden tener efectos significativos en el empleo local, mientras que otras pueden no hacerlo. Se reconoce que las características únicas de cada municipio, como la infraestructura, la educación y la accesibilidad, pueden influir más en la PEA que la simple presencia de empresas extranjeras. Por lo tanto, es crucial considerar estos factores al evaluar el impacto de las empresas extranjeras en la PEA.

Cambios temporales en la densidad de empresas

En el análisis temporal de la densidad de empresas extranjeras entre 2010 y 2020, se observa que, si bien la mayoría de los municipios no experimentaron cambios significativos, existen excepciones notables que reflejan un crecimiento significativo en ciertas áreas. Por ejemplo, municipios como San Gregorio Atzompa en Puebla y Xicohtzingo, Cuapiaxtla, y Nanacamilpa en Tlaxcala muestran incrementos notables en la densidad de empresas, situándose por encima del promedio en el eje “y” pero cerca del origen en el eje “x” (Figura 2).

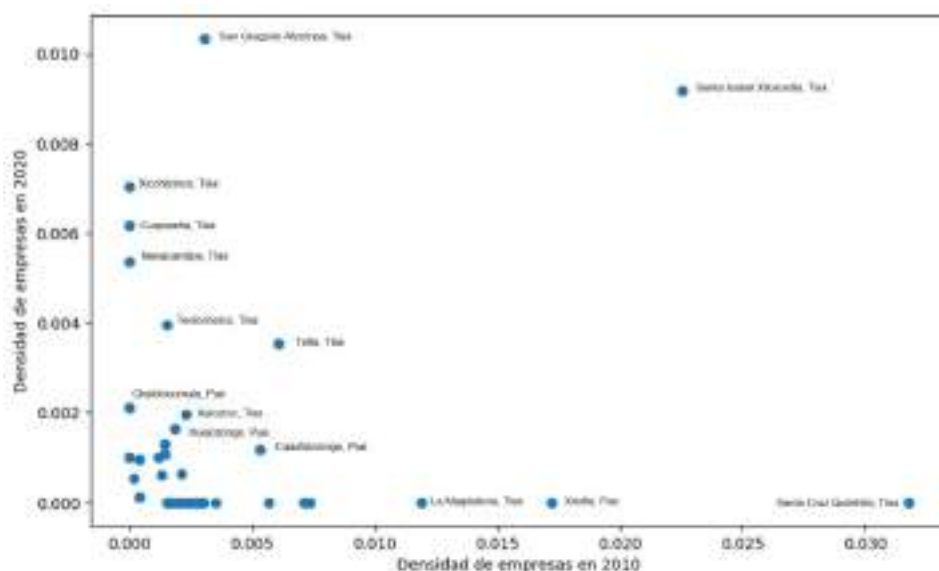


Figura 2. Cambios temporales en la densidad de empresas extranjeras entre 2010 y 2023 por municipios de Puebla y Tlaxcala.

Fuente: elaboración propia con datos de INEGI (2023).



Este patrón indica un aumento en el número de empresas extranjeras relativo a la población total. Estos datos podrían sugerir que estas áreas han implementado políticas efectivas para atraer inversión extranjera, o que poseen características geográficas o económicas particulares que las hacen atractivas para las empresas extranjeras (Tuman y Erlingsson, 2020).

Dispersión y variabilidad en el establecimiento de empresas

A pesar de que la tendencia general es de poca variación, la dispersión observada en los datos revela desarrollos interesantes en la densidad empresarial de algunos municipios. Santa Cruz Quilehtla y Santa Isabel Xiloxotla en Tlaxcala, por ejemplo, han desarrollado una densidad empresarial considerablemente más alta en 2020 en comparación con 2010. Estos cambios pueden estar influenciados por políticas económicas locales favorables o el desarrollo de infraestructuras estratégicas que atraen nuevas empresas (CEPAL, 2022).

Por otro lado, municipios como Tetla de la Solidaridad y Teolocholco, ambos en Tlaxcala, presentan una gran dispersión en el eje de las x para 2010 que no se corresponde con incrementos proporcionales en 2020, indicando que la densidad empresarial fue inicialmente alta pero no se mantuvo. Este fenómeno podría reflejar desafíos económicos o problemas de competitividad que requieren intervención para revitalizar estos municipios (Fernández Hernández & Bravo Benítez, 2023).

Adicionalmente, en la Figura 3 se observa una perspectiva sobre la evolución temporal de la distribución empresarial. El mapa "A" muestra la presencia de empresas instaladas antes de 2010, mientras que el mapa "B" incluye estas empresas más aquellas que se instalaron entre 2011 y 2023. Esta continuidad en la ubicación puede reflejar la efectividad de las políticas de desarrollo económico locales que han logrado atraer y retener inversiones en la región, particularmente en el corredor industrial Puebla-Tlaxcala, y a la vez que destacan la importancia de las políticas de Nearshoring como herramienta de desarrollo económico regional (Fernández Hernández & Bravo Benítez, 2023).

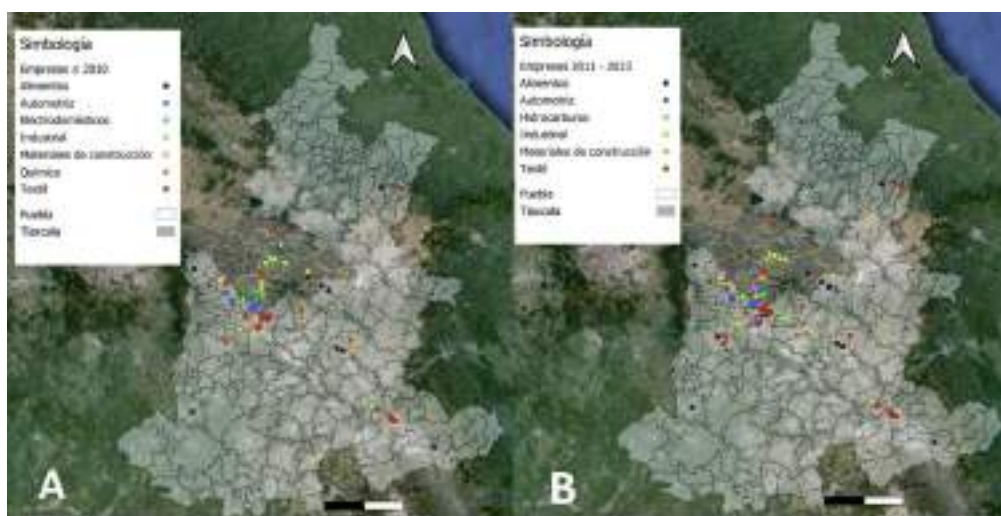


Figura 3. Distribución de empresas nacionales y extranjeras en los estados de Puebla y Tlaxcala. El mapa “A” indica la presencia de empresas instaladas antes de 2010. El mapa “B” muestra las empresas instaladas antes de 2010 más las empresas que se instalaron en el periodo de 2011 a 2023.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2023).

El resultado del patrón de ubicación geográfico de las empresas, junto con los datos estadísticos, subraya la necesidad de políticas diferenciadas que fomenten un desarrollo equilibrado y respondan de manera efectiva a las dinámicas locales de inversión y crecimiento económico.

La Figura 4 ilustra las dinámicas del establecimiento de empresas extranjeras entre 2010 y 2020, en Puebla y Tlaxcala respectivamente. Se muestra a los municipios que han experimentado un aumento en la densidad empresarial y aquellos que no.

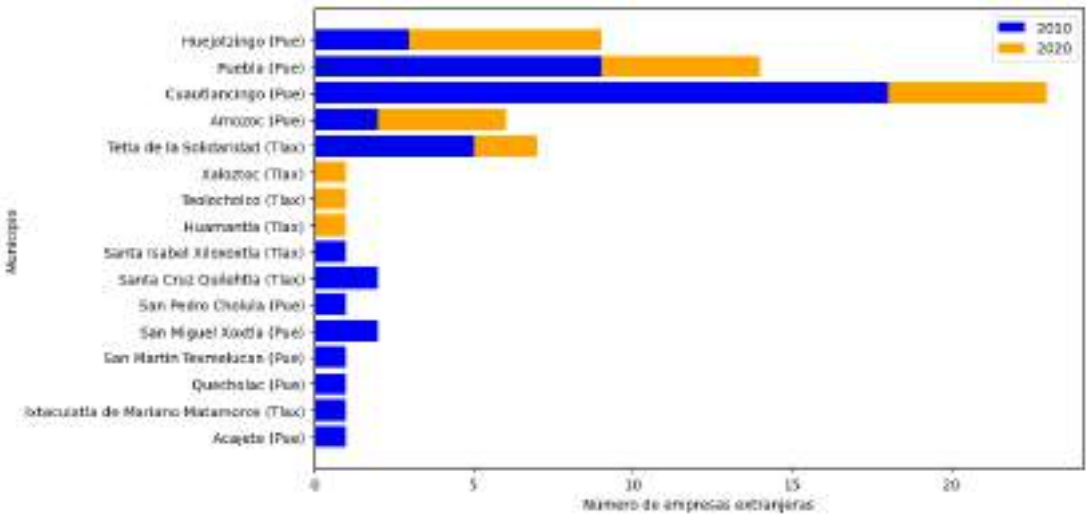


Figura 4. Municipios de Puebla y Tlaxcala con empresas extranjeras existentes en 2010 y 2023.

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2023).

La literatura reciente sobre el tema sugiere que la presencia creciente de empresas en municipios como Huejotzingo, Puebla, y Cuatlaningo puede estar correlacionada con iniciativas locales de mejoras en infraestructura y políticas de desarrollo económico diseñadas para atraer inversión empresarial (Duran-Fernandez, 2024; Stringer & Melgarejo, 2023). Asimismo, este significativo aumento en la densidad de empresas en ciertos municipios puede indicar el aprovechamiento de las estrategias de Nearshoring, donde las empresas extranjeras establecen operaciones para capitalizar ventajas específicas. Estas ventajas incluyen la proximidad a mercados clave como Estados Unidos, la disponibilidad de mano de obra calificada y accesibilidad a infraestructuras de transporte y logística.



Por ejemplo, Gaytán y Martínez (2024) en su análisis sobre el impacto potencial del Nearshoring en la manufactura de la frontera norte de México, menciona que las mejoras en infraestructura y la disponibilidad de incentivos fiscales y financieros son críticos para atraer empresas extranjeras. Del mismo modo, Stringer y Melgarejo (2023) destacan que las respuestas a la pandemia del COVID-19 y los consecuentes ajustes en las cadenas de suministro global han acelerado la adopción de estrategias de Nearshoring en México, lo que se refleja en un aumento en la densidad empresarial en áreas estratégicamente ubicadas cerca de rutas comerciales importantes.

Es crucial analizar por qué algunos municipios no han visto cambios significativos en la densidad empresarial. Este fenómeno puede ser indicativo de barreras locales que impiden el desarrollo económico, como la falta de infraestructura adecuada, políticas gubernamentales menos favorables o desafíos en la capacitación y retención de talento local. La comprensión de estas diferencias es esencial para diseñar intervenciones políticas que no solo atraigan nuevas inversiones, sino que también fomenten un desarrollo económico sostenible y equitativo en toda la región.

Disminución en sectores clave y aumento en hidrocarburos

La disminución observada en sectores clave como el Automotriz, Textil, Industrial y Alimentos durante el período de estudio podría estar vinculada a diversos factores estructurales y coyunturales. Factores como la falta de políticas de incentivo adecuadas, infraestructura inadecuada, y una estabilidad económica fluctuante pueden haber contribuido a esta tendencia (Tuman y Erlingsson, 2020). Por otro lado, el incremento en el sector de los Hidrocarburos sugiere un cambio en el foco de la inversión extranjera hacia industrias con un mayor retorno económico a corto plazo y posiblemente beneficiadas por políticas energéticas específicas durante el período posterior a 2010 (Figura 5).

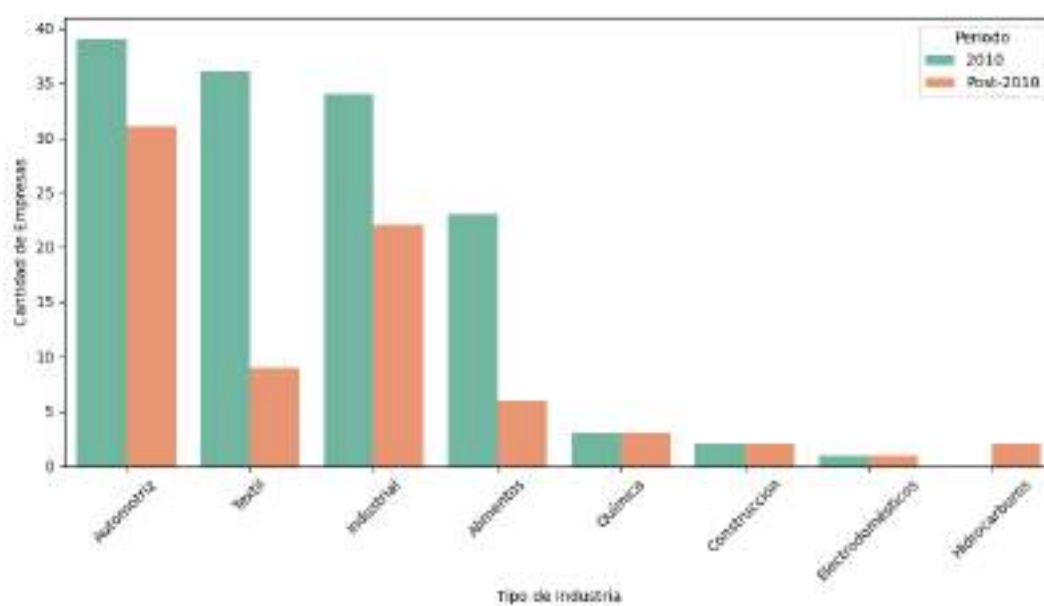


Figura 5. Cambios en el número de empresas por tipo de industria de 2010 a 2023.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI (2023).

“Cambios Tecno-Productivos y Tendencias Para El Desarrollo Regional”



Estabilidad en otros sectores

En cuanto a los sectores de la industria Química, Construcción y Electrodomésticos, la estabilidad observada podría reflejar una resiliencia particular de estos sectores a las dinámicas macroeconómicas o la efectividad de las estrategias empresariales adaptadas a las condiciones locales (Figura 5). Según investigaciones, como las de Duran-Fernandez (2024), estos sectores han logrado mantenerse gracias a cadenas de suministro bien establecidas y la adaptación a las normativas ambientales y comerciales que favorecen prácticas sostenibles y de comercio justo.

Clasificación de empresas por país de origen

El análisis del cambio en el número de empresas por país de origen desde 2010 hasta 2023 dentro del contexto del Nearshoring en Puebla y Tlaxcala revela tendencias significativas en la inversión extranjera y local, reflejadas en la disminución general del 47% en el número total de empresas extranjeras, que pasaron de 47 en 2010 a 25 en 2023 (Tabla 1).

Tabla 1. Cambio en el número de empresas por país de origen de 2010 a 2023

País de origen	2010	2023	Cambio
Alemania	15	11	-4
Argentina	2	0	-2
Austria	1	0	-1
Bélgica	0	1	+1
Canadá	1	1	0
España	2	4	+2
Estados Unidos	13	5	-8
Francia	7	3	-4
India	1	0	-1
Inglaterra	1	0	-1
Países Bajos	1	0	-1
Perú	1	0	-1
Reino Unido	1	0	-1
Suecia	1	0	-1
Total	47	25	-22

*Considerando empresas de México suma en total 214

Fuente: Elaboración propia con datos del INEGI (2023).



Este decrecimiento podría estar influenciado por varios factores como cambios en políticas económicas, condiciones de mercado local, o retos globales como crisis económicas o pandemias (Tuman y Erlingsson, 2020; Stringer y Melgarejo, 2023). Mientras que la mayoría de los países experimentaron una disminución, algunos mostraron estabilidad o crecimiento. Por ejemplo, España vio un aumento de empresas de 2 a 4, y Bélgica pasó de 0 a 1 empresa, indicando posiblemente un entorno favorable o una estrategia de inversión específica que ha atraído a estas inversiones.

Casos destacados

Alemania

La reducción de empresas alemanas podría estar relacionada con reestructuraciones globales o preferencias por otros mercados más lucrativos o estables, a menudo influidas por la búsqueda de una mayor estabilidad económica y mejor infraestructura (Duran-Fernandez, 2024).

Estados Unidos de Norte América

La notable disminución de empresas estadounidenses podría reflejar una repatriación de empresas a EE.UU. o una diversificación hacia otros mercados latinoamericanos, un fenómeno que ha sido documentado como parte de las estrategias de las corporaciones para mitigar riesgos asociados a la inestabilidad política y económica global (Duran-Fernandez, 2024).

España

El aumento en el número de empresas españolas podría ser resultado de lazos culturales y lingüísticos que facilitan las operaciones en México, además de las políticas locales que podrían favorecer inversiones de países hispanohablantes (Fernández Hernández & Bravo Benítez, 2023).

Estas dinámicas subrayan la complejidad del Nearshoring como fenómeno económico y su impacto diferencial según el país de origen de las inversiones, resaltando la necesidad de políticas diferenciadas que aborden las particularidades de cada contexto y sector industrial.

Situación de empresas de alimentos



La variabilidad en la cantidad de empresas de alimentos entre municipios refleja una estrategia deliberada de Nearshoring que busca capitalizar la cercanía geográfica a mercados clave como Estados Unidos (Tuman y Erlingsson, 2020). La selección de ubicaciones se basa en varios factores críticos que incluyen la accesibilidad logística, los costos operativos y la disponibilidad de recursos humanos y naturales, que pueden variar considerablemente entre diferentes áreas (Garrido, 2023). Por ejemplo, el aumento en el número de empresas en ciertos municipios no solo impulsa el desarrollo económico local a través de la creación de empleo y la mejora de las economías locales, sino que también plantea desafíos para aquellos municipios que experimentan una disminución en el número de empresas. Esto último requiere una atención estratégica para revitalizar la industria y garantizar una distribución más equitativa de los beneficios del Nearshoring.

Políticas diferenciadas y casos de éxito

La necesidad de políticas diferenciadas que se adapten a las condiciones y necesidades específicas de cada municipio es crucial. Las políticas que han sido exitosas en municipios como Puebla y Cuautlancingo podrían servir de modelo para otras áreas que buscan atraer y retener inversiones en el sector alimenticio. Estos modelos incluyen incentivos fiscales, mejoras en la infraestructura y programas de formación laboral que alinean las habilidades de los trabajadores locales con las necesidades de las empresas extranjeras (Fernández Hernández & Bravo Benítez, 2023).

Concentración de empresas de alimentos

La concentración de empresas de alimentos, tanto nacionales como extranjeras, en cinco municipios principales, cuatro en Puebla y uno en Tlaxcala (Figura 6), sugiere un corredor industrial alimenticio bien establecido que podría estar aprovechando sinergias específicas de cada localidad, como la proximidad a rutas de exportación o a clústeres agrícolas (Fernández Hernández & Bravo Benítez, 2023). Este patrón de ubicación sostenido refuerza la idea de que el Nearshoring no solo responde a la proximidad geográfica sino también a un entramado de factores económicos, sociales y políticos que favorecen la integración de estas industrias en el tejido económico local.



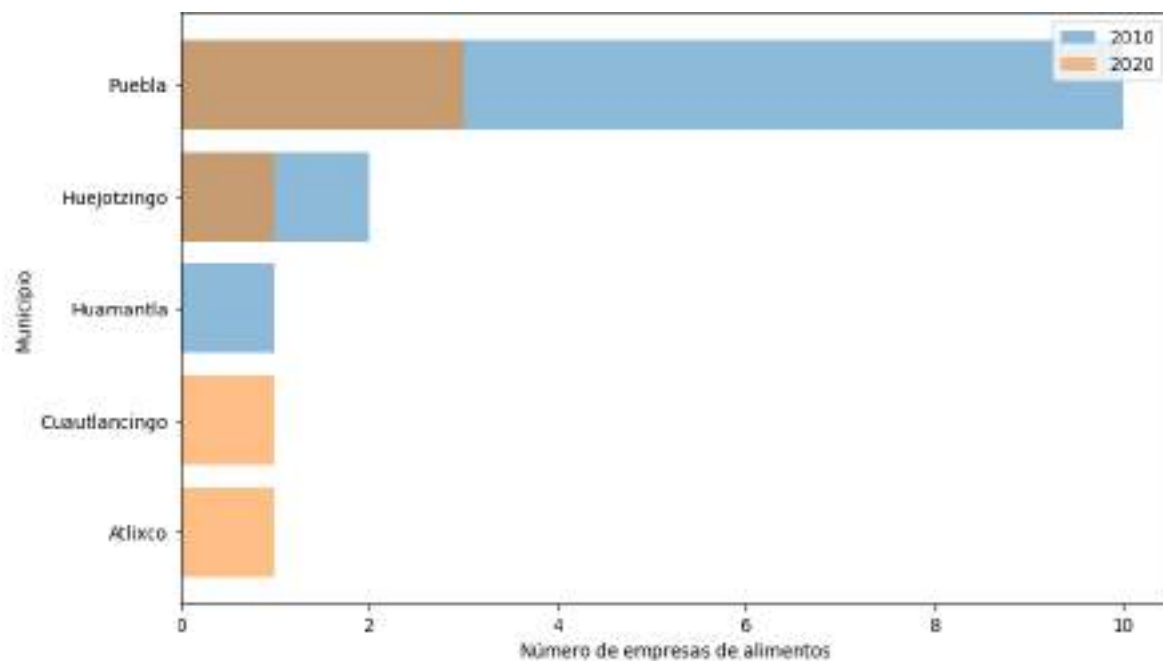


Figura 6. Número de empresas de alimentos (nacionales y extranjeras) por municipio en 2010 y 2020.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI (2023).

Casos específicos por municipio

Puebla

El municipio de Puebla ha registrado un notable incremento en el número de empresas de alimentos de 2010 a 2020, lo que podría ser indicativo de un robusto crecimiento en el sector alimenticio. Este desarrollo podría estar impulsado por políticas de incentivo efectivas, la disponibilidad de infraestructura adecuada y una localización estratégica que favorece tanto la logística como la distribución, aspectos clave en la atracción de Nearshoring.

Huejotzingo y Huamantla

Estos municipios experimentan un crecimiento en el número de empresas, aunque menos pronunciado que en Puebla. Este crecimiento moderado puede reflejar una expansión gradual del sector en áreas menos urbanizadas, beneficiándose de políticas locales menos intensivas pero consistentes, que poco a poco construyen una base industrial sólida (Duran-Fernandez, 2024).

Cuautlancingo



Este municipio muestra un crecimiento significativo, casi duplicando el número de empresas de alimentos, lo cual señala a Cuautlancingo como un emergente centro de actividad para la industria alimenticia. Este fenómeno podría estar relacionado con políticas locales específicas o la llegada de inversiones extranjeras enfocadas en este sector, destacando el atractivo del municipio para el Nearshoring.

Atlixco

Contrariamente a los ejemplos anteriores, Atlixco muestra una disminución en el número de empresas de alimentos. Esta tendencia descendente podría ser indicativa de desafíos locales tales como la falta de apoyo gubernamental a la industria, problemas en la cadena de suministro, o una economía local que enfrenta dificultades para retener y atraer empresas, lo que subraya la necesidad de políticas más dirigidas y efectivas (Tuman & Erlingsson, 2020).

Empresas Extranjeras

Las empresas extranjeras, focalizadas principalmente en tres municipios de Puebla, reflejan un patrón de establecimiento que puede estar influenciado tanto por la proximidad a mercados estratégicos como por las políticas estatales que favorecen el desarrollo económico local y la inversión extranjera directa (Figura 7).

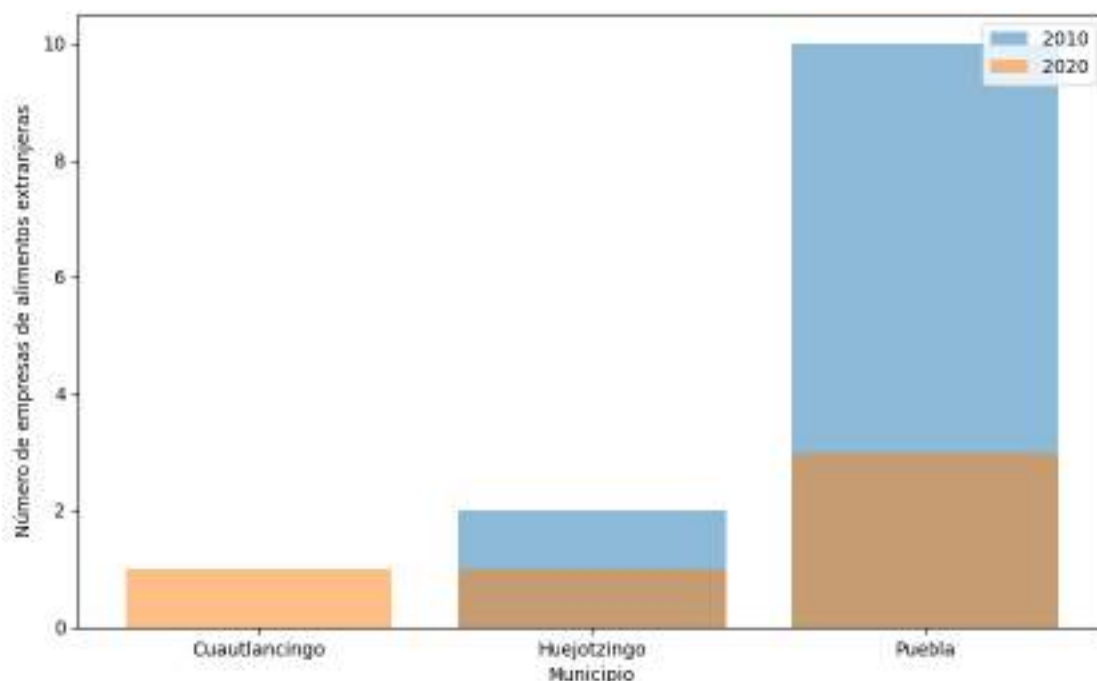


Figura 7. Número de empresas de alimentos extranjeras por municipio en 2010 y 2023.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INEGI (2023).

Estos casos destacan la variabilidad de los impactos del Nearshoring en la industria de alimentos y la importancia de una aproximación ajustada a las particularidades de cada municipio para maximizar los beneficios económicos y sociales de estas inversiones.

Tendencias temporales de la presencia de empresas extranjeras y nacionales en la región

El número de empresas de alimentos, clasificadas por su país de origen desde 2010 hasta 2023, son fundamentales para identificar tendencias temporales y cambios en la presencia de empresas extranjeras y nacionales en la región. En 2010, la industria alimentaria estaba predominantemente compuesta por empresas mexicanas, estableciendo una fuerte base local inicial. Sin embargo, esta dinámica cambió significativamente durante la década siguiente, con países como España incrementando su presencia y Estados Unidos reduciéndola, posiblemente debido a una reorientación estratégica hacia otros mercados o la repatriación de operaciones (Figura 8).

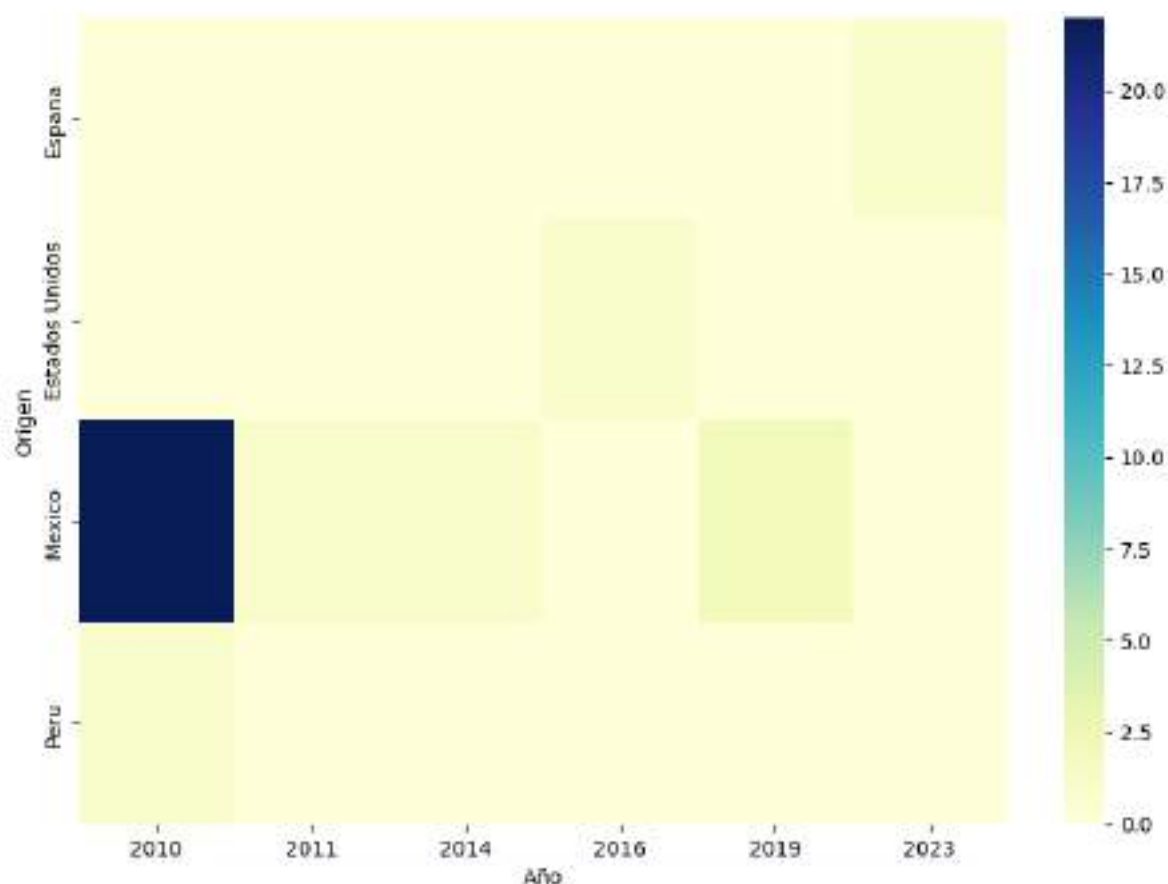


Figura 8. Número de empresas extranjeras del sector alimenticio por país de origen y año.

Fuente: Elaboración propia a partir del INEGI (2023).



Los colores con tonos más oscuros en la Figura 8 indica entradas de nuevas empresas o expansiones en esos años, reflejando un renovado interés o expansión en ciertos años, influenciados por factores como cambios políticos, ajustes económicos o incentivos para la inversión extranjera. Estos patrones visuales muestran que las fluctuaciones en la cantidad de empresas pueden estar directamente relacionadas con la estrategia de Nearshoring, que busca aprovechar la cercanía a grandes mercados como el de Estados Unidos. Esta estrategia es particularmente sensible a las políticas comerciales y la estabilidad económica de los países de origen, que pueden alterar significativamente la distribución y la intensidad de las inversiones.

El aumento o disminución de empresas extranjeras tiene un impacto directo en el empleo y la economía locales. La notable disminución de empresas estadounidenses podría tener consecuencias adversas para los proveedores locales y la Población Económicamente Activa (PEA). Identificar los períodos de incremento en la inversión extranjera ayuda a determinar qué políticas han sido efectivas y cómo pueden replicarse para potenciar el Nearshoring. Además, el análisis de estas tendencias ofrece una visión crucial de las oportunidades y desafíos para la industria alimentaria, como se refleja en la intensidad de las entradas de empresas por países.

La disminución significativa en el número de empresas de Estados Unidos desde 2010 hasta 2023 y la variabilidad en la presencia de empresas de otros países como España, Alemania y Francia destacan la influencia de la dinámica del mercado global y las políticas de comercio internacional. Los espacios en blanco en las visualizaciones, que indican años sin nuevas entradas, pueden reflejar condiciones desfavorables del mercado o una estabilidad en las operaciones de las empresas existentes. Esto resalta la necesidad de revisar las políticas de fomento a la inversión extranjera y apoyo a las empresas locales, para asegurar que los beneficios del Nearshoring se distribuyan de manera equitativa y sustenten un desarrollo económico robusto en Puebla y Tlaxcala.

5. Conclusiones

La investigación sobre el impacto del Nearshoring en los estados de Puebla y Tlaxcala ha revelado que este fenómeno, a pesar de incrementar la presencia empresarial extranjera en ciertos municipios, no ha resultado en una distribución uniforme ni en una correlación directa y significativa con el nivel de actividad económica medido a través de la Población Económicamente Activa (PEA). Este resultado subraya que la simple presencia de empresas extranjeras no garantiza un incremento en la actividad económica local, resaltando la importancia de factores adicionales como las políticas económicas locales, la infraestructura disponible y la capacitación laboral, que pueden influir de manera más profunda en la integración y el impacto económico de estas empresas en las comunidades locales.



En particular, la industria alimentaria ha experimentado cambios notables en su configuración regional, donde municipios como Cuautlancingo y Puebla han observado un crecimiento notable en el número de empresas, mientras que otros como Atlixco han enfrentado disminuciones. Este patrón de crecimiento desigual indica que la estrategia de Nearshoring puede influir en la elección de ubicaciones, basada en factores como la accesibilidad logística y los costos operativos. Sin embargo, la disminución en otros lugares sugiere la necesidad de políticas específicas que no solo atraigan inversiones sino también fomenten un desarrollo económico sostenible y equitativo, promoviendo un crecimiento que beneficie de manera más distribuida a la región.

Estos hallazgos tienen implicaciones importantes para los formuladores de políticas y los planificadores urbanos que necesitan considerar las condiciones específicas de cada municipio al desarrollar estrategias para atraer y retener inversiones. Además, es esencial que las políticas de desarrollo económico contemplen medidas para integrar efectivamente estas empresas en la economía local, maximizando su impacto en la generación de empleo y el desarrollo de habilidades.

La investigación subraya la necesidad de futuros estudios que exploren más a fondo las razones detrás de la variabilidad en el impacto económico de las empresas extranjeras entre diferentes municipios, incluyendo análisis cualitativos que proporcionen información sobre la integración de operaciones empresariales en las dinámicas locales. Además, sería útil investigar el impacto a largo plazo del Nearshoring en el desarrollo sostenible de estas regiones, considerando tanto los beneficios económicos como los posibles costos ambientales y sociales asociados con el aumento de la actividad industrial.

Por último, el Nearshoring ofrece oportunidades significativas para la región de Puebla y Tlaxcala, pero su éxito y sustentabilidad dependen crucialmente de la implementación de políticas informadas y diferenciadas que promuevan un desarrollo integral y equitativo.

6. Referencias

- o Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2022). *El impacto del nearshoring en la economía mexicana*. CEPAL. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8b789717-769f-4208-9a8b-0db8c42bc82e/content>
- o Duran-Fernandez, R. (2024). *Nearshoring in Mexico: Navigating Expectations and Realities of the Reconfiguration of Global Value Chains*. ZBW - Leibniz Information Centre for Economics, Kiel, Hamburg. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://hdl.handle.net/10419/301885>



- o Fernández, H, A., y Bravo, B., E. (2023). Potencialidad del nearshoring para el desarrollo económico de México. *Región Científica*, 2(2), 2023105. <https://doi.org/10.58763/rc2023105>
- o Garrido, C. (2023). *México en la fábrica de América del Norte y el nearshoring*. Ciudad de México, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/8b789717-769f-4208-9a8b-0db8c42bc82e/content>
- o Gaytán, A., E. D., y Martínez, H., J. A. (2024). Potencial impacto multisectorial manufacturero del Nearshoring en los estados de la frontera norte de México: un enfoque de insumo producto. *Contaduría y Administración*, 69(3), 170-191. <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2024.5057>
- o NEGI. (2023). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas: DENUE Interactivo*. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
- o INEGI. (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010*. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- o INEGI. (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- o QGIS Development Team. (2018). *QGIS Geographic Information System (Versión 3.3)* [Software]. Open Source Geospatial Foundation Project. Recuperado el 01 de enero de 2024, de <http://qgis.osgeo.org>
- o Romero, J. R. (2024). El Nearshoring en México y su relación con China, Corea del Sur y Japón. Portes, *Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, 1(1), 31-54. <https://doi.org/10.53897/RevPortes.2024.02.02>
- o RStudio Team. (2023). *RStudio: Integrated Development Environment for R (Versión 2023.06.0)* [Software]. RStudio, PBC. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de <https://www.rstudio.com>
- o Silva-Castañeda, A. (2024). Los impactos del nearshoring en la industria y economía mexicanas. *Revista Ciencia de la AMC*, 75(2), 1590-1605. Disponible en: https://revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/75_2/PDF/13_75_2_1590_Nearshoring.pdf
- o Stringer, T., & Ramírez-Melgarejo, M. (2023). Nearshoring to Mexico and US Supply Chain Resilience as a Response to the COVID-19 Pandemic. *Findings*. <https://doi.org/10.32866/001c.91272>
- o Tuman, J.P. y Erlingsson, H. (2020), The Determinants of Chinese Foreign Direct Investment Flows in Mexican States, 2004–2014. *Latin American Policy*, 11: 103-125. <https://doi.org/10.1111/lamp.12175>



- o UNCTAD. (2023). *World Investment Report 2023*. Recuperado el 11 de octubre de 2024, de https://unctad.org/system/files/official-document/wir2023_overview_en.pdf

Implementación del PEAS en el TecNM campus San Martín Texmelucan

Munive, Pérez-Maricruz¹, Espinoza, García-Tanya Laura ²

- 4. Ingeniería ambiental, Tecnológico Nacional de México campus San Martín Texmelucan, maricruzmp@smartin.tecnm.mx
- 5. Ingeniería ambiental, Tecnológico Nacional de México campus San Martín Texmelucan, tanya.espinoza@smartin.tecnm.mx

Resumen: En el Tecnológico Nacional de México campus San Martín Texmelucan se implementó el Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (PEAS), enfocado en la gestión de residuos sólidos urbanos valorizables (RSUv), reconocido como buena práctica del sistema de gestión integral (SGI). La metodología aplicada se basó en el Diagnóstico Básico de Gestión Integral de Residuos 2020 (DBGIR), la cual comprendió actividades como capacitación del personal, campaña de concientización ambiental, asignación de responsabilidades, manejo y monitoreo de residuos, mantenimiento de contenedores y documentación para mejora continua.

El PEAS promovió la gestión integral de los residuos, conciencia ambiental y a su vez la economía circular a través de la valorización y reciclaje de materiales como PET, PP, LDPE, metales no ferrosos y vidrio.

Palabras clave: Educación ambiental, Residuos sólidos urbanos valorizables, Sustentabilidad.



Abstract: The Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT) implemented the Environmental Education Program for Sustainability (PEAS), focused on the management of recoverable urban solid waste (RSUv), recognized as a good practice in the integrated management system (SGI). The methodology applied was based on the Basic Diagnosis of Integrated Waste Management 2020 (DBGIR), which included activities such as staff training, environmental awareness campaign, assignment of responsibilities, waste management and monitoring, container maintenance, and documentation for continuous improvement.

The PEAS promoted integrated waste management, environmental awareness, and the circular economy through the recovery and recycling of materials such as PET, PP, LDPE, non-ferrous metals, and glass.

Keywords: Environmental education; recoverable urban solid waste; sustentability.

1. Introducción

El Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT), casa de estudios que alberga una población aproximada de 1700 personas, se localiza en el municipio de San Martín Texmelucan. Es una institución que ha adoptado y mantenido la certificación del Sistema de Gestión de Calidad y del Sistema de Gestión Ambiental, Sistemas de Energía e Igualdad laboral y no discriminación (Escobar, 2023), el sistema de gestión integral (SGI) incluye a la ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Esta adopción tiene como finalidad mejorar el desempeño de la institución en la prestación de servicios educativos de nivel superior. Como parte de este sistema de gestión integrado, se han implementado diversas estrategias para cumplir con las metas ambientales, tales como mantener el consumo de recursos como agua, diésel, gasolina y energía eléctrica dentro de parámetros óptimos que permitan el desarrollo de las actividades sin impactar negativamente a la institución. En este contexto, el Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (PEAS), enfocado en residuos en el ITSSMT, surge como un proyecto de apoyo para mejorar el control operacional del manejo de residuos sólidos urbanos (RSU); cuyo objetivo consiste en gestionar integralmente los residuos sólidos urbanos valorizables (RSUv) para beneficiar a la institución tecnológica, promoviendo la sustentabilidad y la economía circular a través de la reutilización y reciclaje de residuos como teraftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP), polietileno de baja densidad (LDPE), metal no ferroso y vidrio.

2. Materiales y métodos



La educación ambiental es una herramienta crucial para fomentar prácticas sostenibles y responsables en nuestra sociedad. En el Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan (ITSSMT), se ha implementado un programa de educación ambiental para la sustentabilidad enfocado en la gestión de residuos valorizables, en conjunto con estudiantes, el cual ha sido observado como una buena práctica dentro del sistema de gestión de la institución. La metodología utilizada en este proyecto se adaptó de lo aplicado en Diagnóstico Básico de Gestión Integral de Residuos 2020 (DBGIR) y sus anexos, emitido por la Secretaría de Medio Ambiente y recursos Naturales. A continuación, se detallan las actividades clave del proyecto y materiales utilizados en cada una de ellas:

Capacitación de la comunidad institucional: La primera actividad del proyecto consistió en la capacitación del personal del departamento de Recursos Materiales y Servicios en materia de clasificación, separación y gestión de residuos, mediante presentaciones electrónicas, infografías e ilustraciones realizadas por los colaboradores. La comunidad institucional fue capacitada mediante pláticas en las que se dieron a conocer la clasificación, color de recipientes y forma correcta de desechar los residuos; las cuales fueron impartidas por colaboradores.

Esta capacitación se enfocó en transmitir conocimientos técnicos respecto a la Clasificación, reciclaje y valoración de los RSU con información publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2017); al tiempo que se aprovechó como un espacio de consulta y participación. Las opiniones y sugerencias de la población institucional fueron consideradas para mejorar la implementación del programa.

Material: equipos de cómputo, softwares para realizar presentaciones e infografías.

Asignación de responsabilidades y recursos. Una vez capacitado el personal, se resaltó la importancia de su participación y se comunicaron las responsabilidades de cada participante del programa. Además, por parte de los alumnos se entregaron a los trabajadores, dos recipientes para la separación de los residuos sólidos urbanos valorizables.

Material: recipientes para la clasificación (costales, bolsas de polietileno)

Manejo y monitoreo. Durante el semestre, los estudiantes colaboradores se encargaron de la recolección, separación, clasificación y pesaje de los residuos sólidos urbanos valorizables, durante los recorridos para realizar sus actividades, también observaron la forma en la que la comunidad institucional desechara sus residuos, dando así un seguimiento continuo a la gestión de los residuos desde la generación.

Material: contenedores rotulados, costales, bolsas de polietileno, báscula romana, guantes, cubre bocas, equipo de cómputo, dispositivos móviles.

Mantenimiento. El programa se suspendió temporalmente en cada espacio intersemestral debido al receso escolar de los estudiantes colaboradores. Sin embargo, este tiempo fue útil para realizar actividades de mantenimiento en el almacén temporal de residuos sólidos urbanos valorizables, así como de los contenedores, los cuales fueron limpiados y pintados para extender su vida útil y prevenir la corrosión, evitando así la contaminación del suelo.



Material: esmalte para superficies metálicas, diluyente para esmalte, brochas, lija, estopa, guantes, cubre bocas, jabón, escobas y demás material para limpieza.

Documentación y mejora continua. Durante la implementación del proyecto se recopilaban los datos sobre la cantidad y tipo de residuos generados; estos datos se analizaron con la finalidad de identificar los residuos, días y áreas de mayor generación. Los comentarios externados por la comunidad institucional interesada, así como de los estudiantes colaboradores/as se consideraron en el programa para la búsqueda de mejora continua y mayor eficiencia en la gestión de residuos.

Material: equipo de cómputo.

Las actividades previamente descritas abordan la problemática actual desde un enfoque integral y participativo, no busca únicamente optimizar la gestión de residuos en el instituto, sino que también promueve una cultura de responsabilidad ambiental compartida entre todos los miembros de la comunidad institucional.

3. Resultados y análisis

Capacitación y participación del personal. La capacitación impartida al personal del departamento de recursos materiales y servicios resultó en un alto nivel de asistencia y comprensión de responsabilidades. Se capacitó al 90% del personal de servicios (limpieza y mantenimiento), quienes demostraron comprensión de la información presentada. Además, la consulta y participación permitió la realización de al menos cinco sugerencias que contribuyeron al proceso de implementación del programa.

Se realizó una campaña de concientización ambiental, en la que participaron 35 administrativos/as, lo cual facilitó la difusión del programa y la comunicación de responsabilidades de la comunidad institucional.

Implementación del programa. Se rotularon 20 contenedores de acuerdo a la Guía de Diseño para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos (s.f.), los cuales se ubicaron de forma estratégica según el área de mayor generación de residuos.

El programa ha sido implementado en el periodo septiembre 2023 a mayo 2024, durante el cual fue suspendido temporalmente en dos ocasiones debido al receso escolar de los estudiantes, los resultados del peso total de residuos recolectados, así como su análisis de generación per cápita aproximada se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1 Residuos recolectados



Residuo sólido urbano valorizable	Generación total kg	Generación per cápita
Tereftalato de polietileno (PET)	187.3	0.110176471
Polipropileno (PP)	9	0.005294118
Polietileno de Baja Densidad (LDPE)	2.5	0.001470588
Metal no ferroso	11	0.006470588
Vidrio	11	0.006470588
Total	220.8	0.129882353

Fuente: elaboración propia

Durante los recorridos realizados se observó el incumplimiento por parte de la comunidad institucional en la tarea de desechar correctamente sus residuos. El monitoreo mostró una disminución en la mezcla de PET con residuos no reciclables (basura).

En términos de recolección, se recolectaron aproximadamente 220 kg de residuos sólidos urbanos valorizables, los cuales serán enviados a diferentes lugares para su disposición, como se muestra en la Figura 1.

Disposición de residuos recolectados

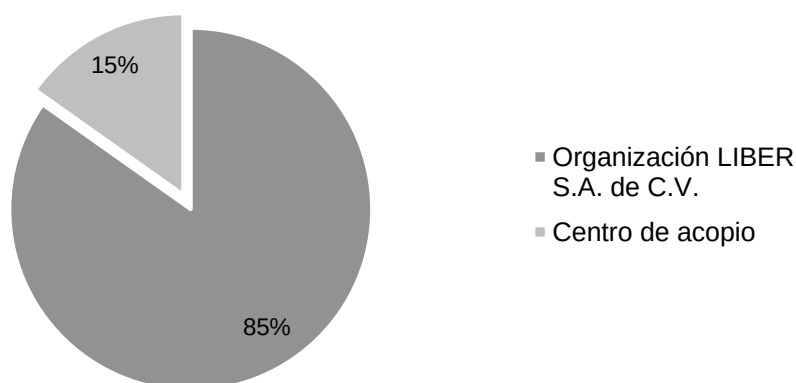


Figura 1 Disposición de RSUV recolectados

Fuente: elaboración propia



Durante los periodos intersemestrales, se realizó el mantenimiento del 100% de contenedores, lo que previno la presencia de corrosión y con ello la contaminación del suelo, manteniendo al programa como una buena práctica del sistema de gestión integral.

4. Conclusiones

La implementación del Programa de Educación Ambiental para la Sustentabilidad (PEAS) en el TecNM campus San Martín a partir de la metodología establecida en el Diagnóstico Básico de Gestión Integral de Residuos 2020 (DBGIR) y sus anexos demostró ser una estrategia viable para fomentar la correcta gestión integral (clasificación, separación y reciclaje) de residuos sólidos urbanos valorizables, orientada a la economía circular. El mantenimiento a los contenedores y almacén temporal; así como el seguimiento constante resultaron en la prolongación de la vida útil de los recursos utilizados, así como la detección de áreas de oportunidad o mejora y ajustar las estrategias para aumentar la eficiencia en la gestión de residuos.

Además de los impactos positivos mencionados con anterioridad, también se fortaleció la conciencia ambiental en la comunidad institucional, la adopción de prácticas orientadas a la sustentabilidad y responsabilidad ambiental, contribuyendo así a la protección ambiental.

Se recomienda la continuidad en la implementación del programa, así como la constante difusión de su importancia; involucrando a todos los miembros de la comunidad institucional y explorando nuevas opciones de disposición final de los residuos recolectados; así como el fortalecimiento de la colaboración con organizaciones externas que puedan potenciar los beneficios de los resultados obtenidos.

5. Referencias

- o Escobar, M. (2023). Informe anual ciclo escolar 2022-2023. 23. http://www.itssmt.edu.mx/documents/Informe-Anual-2022_2023.pdf
- o Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. (2020). Anexos. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/555091/DiagnosticoBasicoGestionIntegralResiduosANEXO.pdf>
- o Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. (2017). Clasificación, reciclaje y valoración de los RSU. <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/clasificacion-reciclaje-y-valoracion-de-los-rsu>
- o Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>



- o Secretaría de medio ambiente y recursos naturales. (s.f.). Guía de diseño para la identificación gráfica del manejo integral de los residuos sólidos urbanos. Recuperado el 03 de julio de 2023.



La nueva ruralidad en la zona del Valle de Atlixco en Puebla, una caracterización del municipio San Pedro Tlaltenango

Guerrero, Reyes- Brian Luis¹, Méndez, Espinoza-José Arturo², *Sánchez, Olarte-Josset³

6. Colegio de Posgraduados, Posgrado en Gestión del desarrollo Social. Campus Puebla, guerreroresyes@gmail.com
7. Colegio de Posgraduados, Campus Puebla, jamendez@colpos.mx
8. Estancias Posdoctorales por México para la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México CONAHCYT, *josset.sanchez@smartin.tecnm.mx

Resumen: El presente trabajo tuvo como propósito discutir las transformaciones a partir del periodo postindustrial respecto de la ruralidad en Puebla, dando lugar a una nueva ruralidad en la zona del Valle. San Pedro Tlaltenango forma parte del Valle de Atlixco y cuenta con una población y características propias. Estos datos brindan un panorama relevante para el estudio científico sobre la evolución de la ruralidad en la región y la situación demográfica de San Pedro Tlaltenango.

Palabras clave: Agricultura, Configuraciones Rurales, Demografía, Evolución.

Abstract: The purpose of this paper was to discuss the transformations since the post-industrial period in rural areas in Puebla, giving rise to a new rurality in the Valley area. San Pedro Tlaltenango is part of the Atlixco Valley and has its own population and characteristics. These data provide a relevant overview for the scientific study of the evolution of rural areas in the region and the demographic situation of San Pedro Tlaltenango.

Keywords: Agriculture, Rural Configurations, Demography, Evolution.



1. Introducción

El trabajo tuvo como objetivo analizar y comprender las transformaciones en la ruralidad en Puebla, durante el periodo postindustrial en México, con un enfoque particular en la zona del Valle y la relevancia de San Pedro Tlaltenango, ubicado en el Valle de Atlixco. En este contexto, se explorarán los cambios económicos, sociales y culturales que han dado lugar a una nueva forma de ruralidad en la región.

A través de un análisis introspectivo y en base a información actualizada, se abordarán los impactos de la industrialización, la diversificación de actividades económicas, la convergencia de lo rural y lo urbano, y los desafíos y oportunidades que enfrenta San Pedro Tlaltenango y otras comunidades rurales en el Valle de Atlixco.

Mediante este análisis, se busca contribuir al análisis y discusión sobre la evolución de la ruralidad en Puebla y la comprensión de la situación demográfica en San Pedro Tlaltenango.

2. Desarrollo

La Transformación del Espacio Rural

El proceso de transformación rural en México y en Puebla ha sido marcado por el despojo de tierras indígenas, la implementación de políticas económicas neoliberales y el desplazamiento de los campesinos en la competencia del mercado (Gil- Méndez, 2015, p. 153).

Durante el periodo preindustrial, la economía en México y en Puebla se basaba en la agricultura y la ganadería, siendo la producción de maíz, frijol y chile los cultivos más importantes. La propiedad de la tierra estaba en manos de los pueblos indígenas, quienes practicaban la agricultura de subsistencia y la cría de animales. Aunque los españoles impusieron su sistema de encomienda, los indígenas lograron mantener sus formas tradicionales de producción (Ventura, 2006, p. 2). Sin embargo, la llegada de los europeos también trajo consigo la explotación de los recursos naturales y el despojo de tierras indígenas.



Posteriormente durante la Revolución Industrial, la economía en México y en Puebla se transformó radicalmente gracias a la implementación de políticas económicas del gobierno colonial, como la apertura de puertos y el fomento de la minería y la manufactura. La propiedad de la tierra pasó a manos de la aristocracia colonial y se introdujeron nuevos cultivos, como el algodón y el añil. También se establecieron haciendas y plantaciones, lo que significó el despojo y la explotación de las tierras indígenas (Ventura, 2006, p. 5). Los pueblos indígenas fueron obligados a trabajar como peones en las haciendas y a entregar una parte de sus productos a los propietarios.

Llegado el periodo post industrial, la economía en México se industrializó y se transformó en una economía de mercado. La reforma agraria de 1915 estableció la expropiación de las haciendas y la distribución de tierras a los campesinos.

Sin embargo, la implementación de políticas neoliberales en la década de 1980 favoreció la concentración de la propiedad de la tierra en manos de grandes empresas y corporaciones, lo que ha generado una profunda desigualdad en la distribución de los recursos naturales (Ventura, 2006, p. 9). Además, la migración de la población rural hacia las ciudades ha generado una creciente urbanización y un abandono del campo.

En primer lugar, el desarrollo de la economía global y la competencia internacional han llevado a la modernización y diversificación de las actividades económicas en las zonas rurales de Puebla. Esto ha resultado en la aparición de nuevas oportunidades de empleo y de inversión, especialmente en el sector turístico y en la producción de alimentos orgánicos.

Desde la década de 1980 hasta la actualidad, la ruralidad en Puebla ha experimentado una serie de cambios significativos, la implementación de políticas gubernamentales de desarrollo rural (Escamilla, 2020), que buscan mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales, ha impulsado la construcción de infraestructura básica, como carreteras, electrificación, y la instalación de sistemas de agua potable y saneamiento. Sin embargo, a pesar de estos cambios positivos, la ruralidad en Puebla también ha enfrentado desafíos significativos en el periodo postindustrial. En particular, la migración de jóvenes hacia las ciudades, en busca de mejores oportunidades laborales, ha dejado a las comunidades rurales envejecidas y con una menor cantidad de recursos humanos.

Además, la creciente presión ambiental, como la erosión del suelo y la degradación de los recursos naturales, ha puesto en peligro la sostenibilidad de la actividad agrícola en la región. En este sentido, se puede afirmar que existe una nueva ruralidad en la zona del Valle de Atlixco, en Puebla, que se caracteriza por la presencia de actividades económicas distintas a la agricultura y la ganadería tradicionales, así como por la convergencia de lo rural y lo urbano.



En la zona del Valle de Atlixco, en Puebla, las comunidades rurales han experimentado un proceso de transición hacia actividades económicas no agrícolas, como la producción de artesanías, el turismo rural, la producción de alimentos orgánicos y la extracción de minerales. Estas actividades han generado nuevas formas de empleo e ingresos para las comunidades rurales, y han permitido una mayor integración de lo rural y lo urbano en la zona del Valle.

Este Valle está compuesto por diversos municipios, cada uno con sus características distintivas. Entre ellos se encuentra Atlixco, considerado el municipio más destacado de la región. Reconocido por su producción de flores y su tradición en la elaboración de cerámica, Atlixco es un punto central en el valle y le da su nombre a toda la zona (Villanueva, 2019).

San Pedro Tlaltenango se encuentra en la parte centro-oeste del estado de Puebla y cuenta con una ubicación geográfica privilegiada dentro del valle. Al sur de Atlixco se encuentra Tochimilco, un municipio que se distingue por su paisaje montañoso y su rica biodiversidad. Entre sus principales atractivos se encuentra el Santuario de la Virgen de los Remedios, una importante iglesia católica que atrae a numerosos visitantes.

Hacia el noreste de Atlixco se localiza San Jerónimo Coyula, un municipio caracterizado por su enfoque agrícola. Destaca especialmente por la producción de maíz y hortalizas, contribuyendo de manera significativa a la economía rural de la región.

Al este de Atlixco se encuentra San Diego la Mesa Tochimiltzingo, un municipio reconocido por su producción agrícola, principalmente de hortalizas y frutas. Su ubicación geográfica favorable y sus condiciones climáticas propician una agricultura productiva en esta zona del valle.

Finalmente, en el sureste de Atlixco se encuentra Huaquechula, un municipio conocido por su arquitectura colonial y su destacada participación en la celebración del Día de los Muertos. Su tradición en la elaboración de altares y artesanías para esta festividad, junto con su rica herencia cultural, atrae a turistas y visitantes interesados en explorar las tradiciones mexicanas.

Estos municipios conforman la diversa y rica zona del Valle de Atlixco en el estado de Puebla, cada uno aportando su propio valor y contribuyendo a la identidad y el desarrollo de esta región. Además, la nueva ruralidad en la zona del Valle de Atlixco, en Puebla también se ha caracterizado por el desarrollo de nuevas formas de organización comunitaria y la participación en procesos de planeación y toma de decisiones, lo que ha permitido una mayor inclusión social y una mejor calidad de vida para las comunidades rurales. En este sentido, representa una transformación significativa en las actividades económicas, sociales y culturales de las comunidades rurales, y una nueva forma de entender la relación entre lo rural y lo urbano en la región.



El Valle de Atlixco se extiende a lo largo de la Sierra Nevada, una cordillera montañosa que se encuentra al sur de la ciudad de Puebla. La región es conocida por sus extensas plantaciones de maíz, caña de azúcar, aguacate, naranja y otros cultivos. También es reconocida por su producción artesanal de textiles, alfarería y otros productos. Además, cuenta con una rica historia y patrimonio cultural, con sitios arqueológicos prehispánicos, monumentos históricos y festividades tradicionales que atraen a turistas y visitantes de todo el mundo.

San Pedro Tlaltenango es uno de los municipios que se encuentra en la parte norte del Valle de Atlixco, limitando con el municipio de Atlixco. La economía de San Pedro Tlaltenango se basa principalmente en la agricultura y la producción de alimentos, aunque también cuenta con una creciente actividad turística debido a sus atractivos naturales y culturales.

La Nueva Ruralidad

La "nueva ruralidad" es un concepto que surge como respuesta a los cambios y transformaciones que han tenido lugar en las zonas rurales en las últimas décadas. Se refiere a un enfoque conceptual que busca superar la visión tradicional de la ruralidad como un ámbito exclusivamente agrícola y atrasado, y reconoce la diversidad y complejidad de las dinámicas rurales contemporáneas.

Desde el inicio de los años 1970, se ha observado una transformación en el proceso de globalización, anteriormente conocido como la internacionalización del capital. Según diversos estudios, esta transformación ha marcado una nueva etapa en la evolución del capitalismo a nivel mundial (Teubal, 2001), con repercusiones significativas en varios ámbitos, incluyendo la cuestión agraria.

La nueva ruralidad se basa en la comprensión de que las áreas rurales no solo son espacios de producción agrícola, sino también de interacciones sociales, económicas, culturales y ambientales diversas. Se reconoce la presencia de actividades no agrícolas, como el turismo rural, la agroindustria, la artesanía, los servicios y otras formas de emprendimiento rural. Además, se toma en cuenta la interconexión de las zonas rurales con los espacios urbanos, a través de flujos migratorios, intercambios comerciales y de servicios, y el acceso a tecnologías de la información y comunicación.



En América Latina, en particular, la cuestión agraria ha adquirido una nueva forma en las últimas décadas, enmarcada en los procesos de globalización y los correspondientes ajustes estructurales que han acompañado a dichos procesos. Muchos de los fenómenos observados en las zonas rurales latinoamericanas en la actualidad pueden ser relacionados con la naturaleza de estos procesos y algunas de sus consecuencias, siendo destacable entre ellos la generación de exclusión social (Teubal, 2001).

La nueva ruralidad también implica una revalorización de los recursos naturales y culturales presentes en las zonas rurales, así como el reconocimiento de la importancia de la sostenibilidad ambiental y la conservación del patrimonio rural. Se promueve una visión integral que busca mejorar la calidad de vida de la población rural, fomentar la participación comunitaria y fortalecer la identidad local.

Estos cambios en las exportaciones de la región reflejan transformaciones más profundas. Por un lado, los principales beneficiarios de estas nuevas exportaciones han sido grandes inversores, compañías extranjeras y distribuidoras, mientras que los productores de los países en vías de desarrollo han sido los más perjudicados.

La nueva ruralidad representa un enfoque más amplio y dinámico para comprender y abordar los desafíos y oportunidades que enfrentan las zonas rurales en la actualidad. Se trata de un cambio de paradigma que reconoce la diversidad, la interconexión y el potencial de desarrollo de las áreas rurales, más allá de su tradicional asociación con la agricultura, junto con las políticas de liberalización y ajuste estructural aplicadas en las áreas rurales, han sido factores que han influido significativamente en la configuración de la "nueva ruralidad" en América Latina.

Caracterización de San Pedro Tlaltenango

De acuerdo con el Censo Nacional de Población y Vivienda Nacional publicado en el año 2020 por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática de nuestro País la población total de San Pedro Tlaltenango es de 5,036 habitantes, de los cuales 2,409 son hombres y 2,627 son mujeres. La tasa de crecimiento anual registrada en este censo es de -0.32%, lo que indica que la población de San Pedro Tlaltenango ha disminuido ligeramente en los últimos años (INEGI: 2020).

En cuanto a la tasa de fecundidad total, se registró un promedio de 2.3 hijos por mujer. Por otro lado, la tasa de mortalidad general fue de 5.5 defunciones por cada 1,000 habitantes, y la esperanza de vida al nacer se estimó en 73.7 años.



El municipio de San Pedro Tlaltenango se encuentra ubicado en la parte centro- oeste del estado de Puebla, en México. Geográficamente, se sitúa entre los paralelos 19° 07'54" y 19° 12'36" de latitud norte y los meridianos 98° 19'54" y 98° 21'36" de longitud oeste.

Forma parte de los llanos de Tlaltenango, los cuales son una extensión del Valle de Puebla, considerado el sector principal de la altiplanicie poblana. San Pedro Tlaltenango limita con la depresión de Valsequillo, el Valle de Tepeaca y la Sierra Nevada. El municipio de San Pedro Tlaltenango se encuentra situado en la zona de climas templados del Valle de Puebla, donde prevalece principalmente el clima templado subhúmedo con lluvias en verano. Durante el invierno, se observa una reducción significativa en la cantidad de precipitaciones en comparación con la temporada de verano. Según la clasificación del clima de Köppen-Geiger, se identifica el clima Cwb en Tlaltenango (CLimagte Data: 2020).

La temperatura promedio en esta localidad es de 15.9 °C. Durante el mes de mayo, se registran las temperaturas más altas con un promedio de alrededor de 18.3 °C, mientras que, en el punto más frío del año, que ocurre a mediados de enero, la temperatura promedio es de 12.7 °C. En cuanto a la precipitación anual, se estima en 803 mm.

Estos datos climáticos proporcionan información relevante para comprender el ambiente y las condiciones meteorológicas en San Pedro Tlaltenango. En cuanto al relieve, el municipio se caracteriza por ser predominantemente plano, con ligeras elevaciones en dirección noroeste y sureste que no superan los 60 metros de altura. Su altitud promedio en relación al nivel del mar es de 2200 metros. Estas características geográficas proporcionan un contexto importante para comprender la configuración territorial de San Pedro Tlaltenango y su inserción en el entorno geográfico de la región de Puebla.

Según los datos del INEGI (2019), un hogar se define como un grupo de personas que comparten la misma vivienda y se sustentan económicamente mediante un gasto común. Esto incluye tanto a familiares como a personas no relacionadas entre sí. Además, se considera un hogar a una persona que vive sola.

Los hogares familiares se componen, al menos, de un miembro que tiene parentesco con el jefe o jefa de hogar. Estos hogares familiares se clasifican en tres tipos: nucleares, ampliados y compuestos. Los hogares nucleares están formados por la madre, el padre y los hijos, o bien, solo por el padre o la madre con hijos. También se considera un hogar nuclear a una pareja que vive junta sin hijos. Los hogares ampliados están compuestos por un hogar nuclear más otros parientes como tíos, primos o hermanos.



Los hogares compuestos incluyen un hogar nuclear o ampliado, pero también incorporan personas sin parentesco directo con el jefe o jefa de familia.

En el contexto de México, se considera un hogar rural aquel que se encuentra en comunidades con poblaciones menores a 2,500 habitantes (INEGI, 2020). Estos hogares rurales dependen en gran medida de actividades como cultivos de temporal, ganadería de traspato, huertos caseros, recolección de productos, comercio de artesanías y migración, tanto dentro de México como hacia los Estados Unidos de América.

También reciben ingresos provenientes de apoyos gubernamentales y se realizan transferencias económicas entre los propios hogares como forma de apoyo mutuo en situaciones en las que no se puede cubrir completamente el gasto necesario (López y Valdivia, 2011). Según Chayanov (1975), el hogar campesino funciona como una unidad de producción y consumo al mismo tiempo, enfocada en satisfacer las necesidades materiales de sus miembros.

Estos conceptos y clasificaciones son relevantes para comprender la estructura y dinámica de los hogares rurales en México, así como su función económica y social en la satisfacción de las necesidades de sus integrantes.

3. Conclusiones

A partir de este ejercicio de diálogo constructivo, se puede concluir que los cambios en la ruralidad han tenido un impacto significativo en San Pedro Tlaltenango y en su clasificación demográfica. Si bien originalmente se consideraba parte de la zona del Valle de Atlixco, en Puebla, se ha establecido que San Pedro Tlaltenango forma parte del Valle de Atlixco, una región rural ubicada en el estado de Puebla, México.

En términos de población, San Pedro Tlaltenango presenta características propias, esta población depende en gran medida de actividades agrícolas, cultivos de temporal, ganadería de traspato, huertos caseros y otras formas de subsistencia, junto con ingresos derivados de la migración y apoyos gubernamentales, sin embargo debido a la diversas dinámicas presentes en la actualidad como son la desestimación de la actividad agrícola como principal fuente de ingreso, para pasar a ser una fuente secundaria, la incorporación de la fuerza familiar a mercados de trabajo como asalariados, la influencia de la zona del Valle de Atlixco, en Puebla y la cercanía a centros urbanos, lo que podría generar dinámicas de interacción entre lo rural y lo urbano, la presencia de otras industria no agrícolas como la manufactura en el municipio y los crecientes procesos de migración, hacen de San Pedro Tlaltenango un lugar en el que se encuentra presente la dinamización del fenómeno denominado como Nueva Ruralidad.



Sin duda, debemos reconocer que este espacio de nueva ruralidad converge aun los arquetipos de la “sociedad del mundo rural: paisaje agrario, formas de vida, tipo de actividades, que permiten medir o valorar a través de los usos económicos del suelo (Larrubia, 1998, p. 19).

No obstante, es necesario considerar la dinamicidad de la ruralidad y las interacciones con las zonas urbanas circundantes para tener una comprensión completa de la situación demográfica y socioeconómica cambiante de San Pedro Tlaltenango.

4. Referencias

- o Chayanov A.V. (1975). Sobre la teoría de los sistemas económicos no capitalistas. Cuadernos Políticos, número 5, México D.F., Julio-septiembre de 1975, pp. 15- 31
- o Climate Data. (2020). TABLA CLIMÁTICA // DATOS HISTÓRICOS DEL TIEMPO TLALTENANGO.
<https://es.climate-data.org/americadelnorte/mexico/puebla/tlaltenango-328425/>
- o Escamilla, T.A. (2020). La política industrial del Porfiriato a la Revolución. Aproximación historiográfica y análisis. Economía UNAM, 17(49), 165-203. Epub 22 de diciembre de 2020. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2020.49.513>
- o Gil-Méndez, J. (2015). Neoliberalismo, Políticas Agrarias Y Migración. Consecuencias De Un Modelo Contra Los Productores. Ra Ximhai, 11(2), 145-162. INEGI. (2020). Presentación - Censo de Población y Vivienda 2020. Inegi. Retrieved April 27, 2023, from <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- o López S, Valdivia A. (2013). Análisis de economías rurales mediante el modelo de hogares agrícolas bajo un equilibrio general. EconoQuantum, 10(1), 91-113. Recuperado en 10 de septiembre de 2019, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-66222013000100006&lng=es&tlng=es.
- o Remedios, L., V. (1998). El Espacio Rural. Concepto y Realidad Geográfica. Baetica. Estudios de Arte, Geografía e Historia, 20, 77-95. ISSN: 0212- 5099. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Málaga. Málaga.
- o Teubal, M. (2001). Globalización y nueva ruralidad en América Latina.
- o Clacso (2002), Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales. Buenos Aires 2001.
- o Ventura, R., M. T. (2006). La industrialización en Puebla, México, 1835-1976 - Dialnet. Retrieved April 23, 2023, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2138915>



- o Villanueva, D. (2019, March 4). Región valle de Atlixco y Matamoros. El Sol de Puebla. Retrieved April 27, 2023, from <https://www.elsoldepuebla.com.mx/analisis/region-valle-de-atlixco-y-matamoros-3138955.html>



La ecuación del calor bidimensional: solución analítica y numérica

Santos, Gómez-Arturo¹, Méndez, Lara-Héctor Gabriel².

9. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, arturo.santos@smartin.tecnm.mx
10. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, hector.mendez@smartin.tecnm.mx

Resumen: Este artículo de divulgación tiene como objetivo introducir al lector en la solución numérica de la ecuación del calor bidimensional. En la primera parte, se aborda la resolución analítica mediante el método de separación de variables, proporcionando una base teórica sólida. En la segunda parte, se implementa la solución numérica utilizando Julia, un lenguaje de programación moderno, eficiente y optimizado para cálculos numéricos. Este enfoque busca destacar la relevancia de Julia en la programación científica, resaltando su importancia como herramienta fundamental en la formación de científicos e ingenieros interesados en resolver problemas complejos de manera efectiva.

Palabras clave: Ecuación del calor bidimensional, Julia, Programación, Separación de variables.

Abstract: This article aims to introduce the reader to the numerical solution of the two-dimensional heat equation. In the first part, the analytical solution is explored using the method of separation of variables, providing a solid theoretical foundation. In the second part, the numerical solution is implemented using Julia, a modern, efficient, and optimized programming language for numerical computations. This approach seeks to highlight the relevance of Julia in scientific programming, emphasizing its importance as a fundamental tool in the training of scientists and engineers interested in effectively solving complex problems.

Keywords: Julia, Programming, Separation of variables, Two-dimensional heat equation.

1. Introducción

La ecuación del calor, formulada por primera vez por Joseph Fourier en el siglo XIX, ha sido objeto de estudio durante siglos debido a su relevancia en diversos campos de la ciencia y la ingeniería (Narasimhan, 1999). Esta ecuación, que describe la evolución temporal de la temperatura en un medio, ha encontrado aplicaciones en áreas tan diversas como la meteorología (Hay, 2020), la geofísica (Jessop, 1990) y la ciencia de materiales (Andersson et al., 2002; Díaz-Monge et al., 2023).



En este trabajo, nos enfocaremos en la ecuación del calor bidimensional, abordando tanto su solución analítica a través del método de separación de variables y su aproximación numérica. Para esta última, utilizaremos Julia, un lenguaje de programación moderno y eficiente (Bezanson et al., 2017).

En primer lugar, se desarrolla la formulación matemática de la ecuación del calor y se usa el método de separación de variables para obtener soluciones analíticas de dicha ecuación. Posteriormente, introduciremos el método de diferencias finitas, y se compararán las soluciones analíticas y numéricas.

2. Ecuación del calor bidimensional y su solución por el método de separación de variables.

En la teoría de calor encontramos que la ecuación que describe la evolución espacial y temporal de la temperatura en un cuerpo está dada por (Evans, 2010):

$$\partial_t T = k^2 \nabla^2 T \quad (1)$$

en particular, para dos dimensiones se tiene la siguiente expresión:

$$\frac{\partial T}{\partial t} = k^2 \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) \quad (2)$$

Para lo que sigue, se supondrá en todo momento que se tiene una lámina rectangular isotrópica con dimensiones b y c .

Para la ecuación de calor en dos dimensiones se pueden establecer distintos tipos de condiciones en la frontera. Las condiciones que se analizarán consisten en suponer que los bordes de la lámina se mantienen a temperatura constante y cuyo valor será cero, es decir:

$$T(0, y, t) = T(b, y, t) = 0 \quad (3)$$

$$T(x, 0, t) = T(x, c, t) = 0 \quad (4)$$

$$T(x, y, 0) = f(x, y) \quad (5)$$

Para obtener la solución de la ecuación (2) se simplificará la notación:

$$T(x, y, t) = X Y T, \quad (6)$$

donde $X = X(x)$, $Y = Y(y)$, $T = T(t)$. Derivando con respecto a cada variable se tiene y sustituyendo en la ecuación de calor bidimensional se obtiene

$$k^2 (X'' Y T + X Y'' T) = X Y T'' \quad (7)$$

Ordenado la ecuación de manera conveniente se obtiene:

$$k^2 \frac{X'' Y' + X Y''}{X Y} = \frac{T'}{T} = \lambda^2 \quad (8)$$

En otras palabras,

$$\frac{X'' Y' + X Y''}{X Y} = \frac{T'}{T} = \left(\frac{\lambda}{k} \right)^2 \quad (9)$$

Tomando la parte derecha de la ecuación anterior, se tiene:

$$\frac{T'}{T} = \left(\frac{\lambda}{K} \right)^2 \quad (10)$$



La solución de la ecuación (10) es:

$$T(t) = Ce^{-\left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 t} \quad (11)$$

Ahora, tomando la parte izquierda de la ecuación (8) se tiene,

$$\frac{YX' + XY''}{XY} = \left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 \quad (12)$$

Separando nuevamente las variables de la ecuación anterior se obtiene:

$$\frac{X'' - \left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 X}{X} = -\frac{Y''}{Y} = \mu^2 \quad (13)$$

De la ecuación anterior se establecen las siguientes ecuaciones:

$$Y'' + \mu^2 Y = 0 \quad (14)$$

$$X'' - \left(\left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 + \mu^2\right) X = 0 \quad (15)$$

Caso 1: Tomando $\mu = 0$.

Implica que $Y''(y) = 0$, es decir, $Y(y) = Ay + B$, pero

$$T(x, 0, t) = X(x)Y(0)T(t) = 0 = B \quad (16)$$

$$T(x, c, t) = X(x)Y(c)T(t) = 0 = Ac \quad (17)$$

Caso 2:

en consecuencia $A = 0$, de lo que se deduce que $Y(y) = 0$, lo cual no es posible.

Caso 2: $\mu_2 > 0$

Implica que , es decir, . Aplicando la condición de frontera (4) implica que

Implica que $Y''(y) + \mu_2 Y(y) = 0$, es decir, $Y(y) = c_1 \cos(\mu y) + c_2 \sin(\mu y)$. Aplicando la condición de frontera (4) implica que

$$T(x, 0, t) = X(x)Y(0)T(t) = 0 = c_1 \cos(0) + c_2 \sin(0) \quad (18)$$

de lo que se deduce que $c_1 = 0$, .. Quedando:

$$T(x, c, t) = X(x)Y(c)T(t) = 0 = c_2 \sin(\mu c) \quad (19)$$

en consecuencia $\mu c = n\pi$, de lo que se deduce que $\mu = (n\pi)/c$ obteniendo:

$$Y_n(y) = C_n \sin\left(\frac{n\pi y}{c}\right) \quad (20)$$

Ahora se analiza la ecuación (15)

$$X'' - \left(\left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{c}\right)^2\right) X = 0$$

• Subcaso a) $\xi^2 = \left(\left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{c}\right)^2\right) X = 0$



Implica que $X''(x) = 0$, es decir, $X(x) = Ax + B$. Aplicando la condición de frontera (3),

$$T(0, y, t) = T(b, y, t) = 0 \quad (21)$$

esto implica que,

$$T(0, y, t) = X(0)Y(y)T(t) = 0 = B \quad (22)$$

$$T(b, x, t) = X(b)Y(c)T(t) = 0 = Ab \quad (23)$$

De lo que se concluye que $X(x) = 0$, lo cual no es posible.

• Subcaso b) $\xi^2 = \left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{c}\right)^2 > 0$

Tomando las condiciones de frontera que son $T(0, y, t) = T(b, y, t) = 0$, implica que la solución de la ecuación (15) sea de la forma:

$$X(0) = c_1 + c_2 = 0 \text{ y } X(b) = c_1 e^{\xi b} + c_2 e^{-\xi b} = 0$$

El sistema anterior tiene solución si y sólo si $c_1 = c_2 = 0$, lo cual lleva a la solución trivial.

• Subcaso c) $\xi^2 = \left(\frac{\lambda}{k}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{c}\right)^2 < 0$

Implica que la solución de la ecuación (15) sea

$$X(x) = c_1 \cos(\xi x) + c_2 \sin(\xi x) \quad (24)$$

Aplicando las condiciones de frontera: $T(0, y, t) = T(b, y, t) = 0$, es decir, $T(0, y, t) = X(0)Y(y)T(t) = 0$

$$c_1 \cos(0) + c_2 \sin(0) \quad (25)$$

Implica que $C_1 = 0$.

Por otro lado:

$$T(b, y, t) = X(b)Y(y)T(t) = 0 = C_2 \sin(\xi b) \quad (26)$$

de lo que se deduce que:

$$b\xi = \pi m \quad (27)$$

en otras palabras: $\xi = \frac{\pi m}{b}$.

De esta manera, la solución válida para de la ecuación (15) de acuerdo con las condiciones del problema es:

$$X_n(x) = B_m \sin\left(\frac{\pi m x}{b}\right) \quad (28)$$

Con lo anterior se ha determinado que la solución de la ecuación de calor (2) en dos dimensiones con condiciones a la frontera (3) y (4) está dada por la ecuación:



$$T(x, y, t) = \left[C_m \sin\left(\frac{\pi m x}{b}\right) \right] \left[C_n \sin\left(\frac{\pi n y}{c}\right) \right] \left[C^* e^{-\left(\left(\frac{m}{b}\right)^2 + \left(\frac{n}{c}\right)^2\right) \pi^2 t} \right] \quad (29)$$

Reescribiendo la ecuación anterior y aplicando el principio de superposición para la solución de una ecuación diferencial se tiene que:

$$T(x, y, t) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} c_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{b}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{c}\right) e^{-\left(\left(\frac{m}{b}\right)^2 + \left(\frac{n}{c}\right)^2\right) \pi^2 t} \quad (30)$$

Aplicando la condición inicial $T(x, y, 0) = f(x, y)$ se tiene,

$$f(x, y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} c_{mn} \sin\left(\frac{m\pi x}{b}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{c}\right) \quad (31)$$

Para poder determinar los c_{mn} se usa la ortogonalidad de la función seno, de esta manera

$$c_{mn} = \frac{4}{bc} \int_0^b \int_0^c f(x, y) \sin\left(\frac{m\pi x}{b}\right) \sin\left(\frac{n\pi y}{c}\right) dx dy \quad (32)$$

En la siguiente sección se implementan estas ecuaciones para su graficación, considerando que $f(x, y)$ es una función Lorentziana en el origen.

3. Programación de la solución a la ecuación del calor en el lenguaje de programación Julia.

En esta sección se presenta la implementación de las ecuaciones anteriormente obtenidas en el lenguaje de programación Julia (Bezanson et al., 2017).



Figura 1. Interfaz del lenguaje Julia.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Este lenguaje permite la ejecución de scripts, los cuales pueden ser escritos en un editor de texto tradicional. En el script que presentamos, es fundamental cargar las librerías necesarias. En este caso, utilizamos las librerías Plots y QuadGK. La librería QuadGK permite calcular integrales numéricas en una o varias dimensiones utilizando el método cuadratura de Gauss–Kronrod (QuadGK.jl, 2024), mientras que la librería Plots facilita la creación de una amplia variedad de gráficos de manera sencilla y eficiente.



01	using Plots
02	using QuadGK

Para calcular la integral de los coeficientes c_{mn} definidos en la ecuación (32) se define la siguiente función, donde se ha considerado la fuente de calor se encuentra en el origen definida por

$$f(x, y) = \frac{1}{x^2 + y^2}.$$

Nótese que se ha agregado un condicional if para evitar la evaluación en $x = y = 0$.

03	function integrando(x, y, m, n, b, c)
04	if x^2 + y^2 == 0
05	return 0.0 # Evitar singularidad
06	else
07	return (1 / (x^2 + y^2)) * sin(m * π * x / b) * sin(n * π * y / c)
08	end
09	end
10	

La función calcular_T realiza el ciclo define la suma respecto a m y n , en este ejemplo se consideran 10 valores para m y n .



11	function calcular_T(x, y, t, b, c)
12	T = 0.0
13	for m in 1:10
14	for n in 1:10
15	# Realizar la integración numérica
16	integral, _ = quadgk(
17	x_val -> quadgk(
18	y_val -> integrando(x_val, y_val, m, n, b, c),
19	0, c
20	)[1],
21	0, b
22	)
23	
24	# Suma del término en T
25	T += (4 / (b * c)) * integral * sin(m * π * x / b) *
26	sin(n * π * y / c) * exp(-((m / b)^2 + (n / c)^2) * π^2 * t)
27	end
28	end
29	return T
30	end

En las líneas de código 31 a 33 se define el mallado en el plano xy así como el intervalo de tiempo de la simulación que va desde un tiempo inicial t_i hasta un tiempo final t_f .

31	x_range = 0:0.05:b
32	y_range = 0:0.05:c
33	t_values = t_i:0.01:t_f

Posteriormente, con la instrucción @animate, se genera una animación de la solución a la ecuación del calor bidimensional en el intervalo de tiempo considerado. En la línea 37, se calculan los valores de T en el plano xy en función del tiempo y se almacenan en la variable Z . Desde la línea 40 hasta la 43, se crea una gráfica de densidad bidimensional para cada instante de tiempo utilizando la instrucción heatmap.



```

35  anim = @animate for t in t_values
36      # Calcular valores de T para cada (x, y)
37      Z = [calcular_T(x, y, t, b, c) for y in y_range, x in x_range]
38
39      # Crear el gráfico de densidad con escala fija
40      heatmap(
41          x_range, y_range, Z, color=:viridis, title="t = $t",
42          xlabel="x", ylabel="y", clabel="T", clim=(zmin, zmax)
43      )
44  end
45
56  # Exportar la animación a un archivo GIF
47  gif(anim, "T_density_animation_static_scale.gif", fps=30)

```

La Figura 2 muestra la evolución temporal de la distribución de temperatura en la placa. Se observa que el máximo térmico, inicialmente localizado cerca del origen, se desplaza progresivamente hacia el centro de la placa mientras reduce su magnitud. Este comportamiento es coherente con las condiciones de frontera de Dirichlet homogéneas impuestas, que fijan la temperatura en los bordes a cero y favorecen una disipación gradual del calor hacia el exterior.



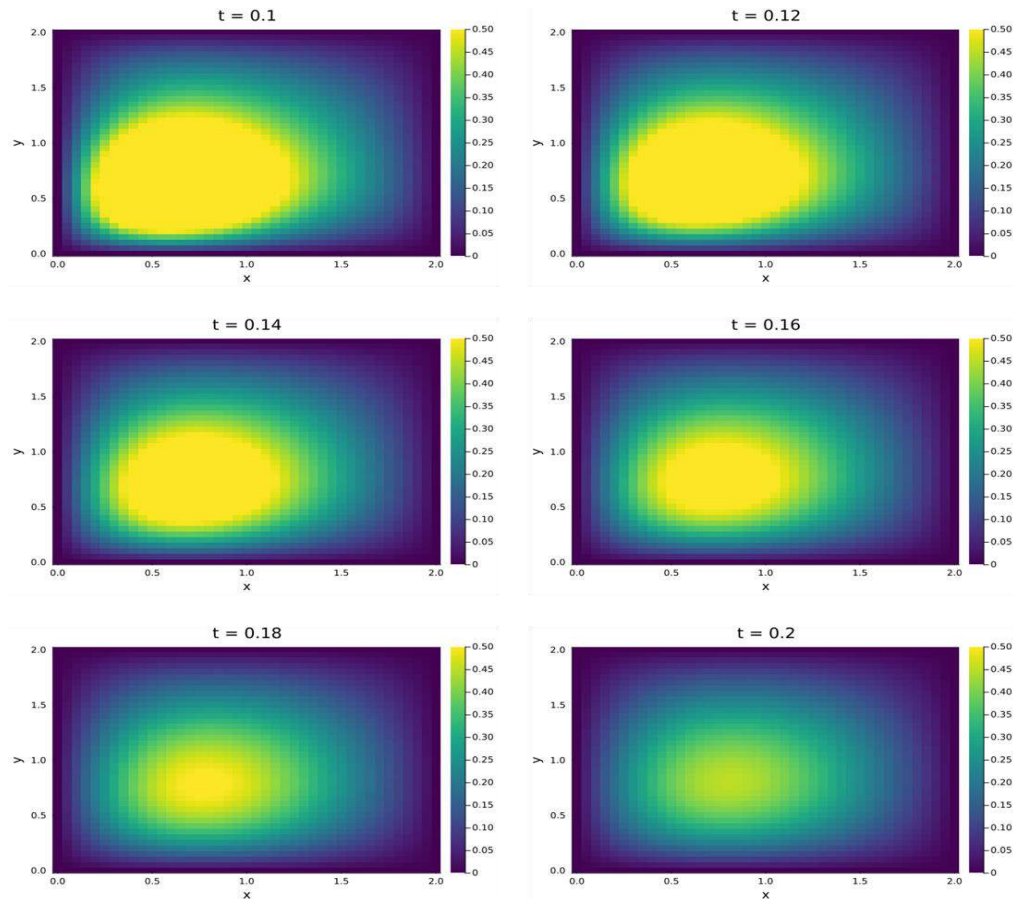


Figura 2. Mapas de temperatura en la placa en función del tiempo.

Fuente: Elaboración propia, 2023

4. Conclusión

Este estudio ha abordado la resolución de la ecuación del calor bidimensional desde una perspectiva analítica y numérica, proporcionando una comprensión integral de su comportamiento bajo condiciones de frontera de Dirichlet homogéneas.

A través de la solución analítica mediante el método de separación de variables, y su implementación en el lenguaje de programación Julia se ha obtenido una base teórica que ilustra cómo para la situación considerada el máximo térmico se desplaza y disminuye en magnitud, reflejando la disipación del calor. Sin embargo, este enfoque se limita a configuraciones simplificadas. Para geometrías más complejas o condiciones de frontera no homogéneas, las soluciones analíticas pueden no ser viables, requiriendo la implementación de métodos numéricos más robustos, como el método de diferencias finitas (Teixeira, 2023), que permiten abordar problemas más realistas y de mayor dificultad.

Finalmente, este trabajo no solo subraya la relevancia de las condiciones de frontera y los métodos numéricos, sino que también resalta la importancia de herramientas como Julia en la formación de científicos e ingenieros capaces de abordar problemas complejos de manera eficiente y efectiva.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el apoyo otorgado a este trabajo, en particular, al ITSSMT. De igual manera, agradecemos al personal técnico del área de redes por facilitar el acceso al servidor de cálculo Totolqueme-1.

6. Referencias

- o Andersson, J. O., Helander, T., Höglund, L., Shi, P., y Sundman, B. (2002). Thermo-Calc & DICTRA, computational tools for materials science. *Calphad*, 26(2), 273-312.
- o Bezanson, J., Edelman, A., Karpinski, S., y Shah, V. B. (2017). Julia: A fresh approach to numerical computing. *SIAM review*, 59(1), 65-98.
- o Díaz-Monge, F., Sánchez-Guzmán A., y Rodríguez-Juárez, A. (2023). Solución de la ecuación de Fourier: Caso lineal y parabólico. *Revista 100CIATEC*, 34, 87-98. <http://smartin.tecnm.mx/documents/Revista34.pdf>
- o Evans, L.C. (2010) *Partial Differential Equations*. 2nd Edition, Department of Mathematics, University of California, Berkeley, American Mathematical Society.
- o Hay, B. (2020). A brief history of the thermal properties metrology. *Measurement*, 155, 107556.
- o Jessop, A. M. (1990). *Thermal geophysics* (Vol. 306). Amsterdam: Elsevier.
- o Narasimhan, T. N. (1999). Fourier's heat conduction equation: History, influence, and connections. *Reviews of Geophysics*, 37(1), 151-172.
- o QuadGK.jl. (2024). Gauss and Gauss–Kronrod quadrature rules. <https://juliamath.github.io/QuadGK.jl/stable/gauss-kronrod/>
- o Teixeira, F. L., Sarris, C., Zhang, Y., Na, D. Y., Berenger, J. P., Su, Y., y Simpson, J. J. (2023). Finite-difference time-domain methods. *Nature Reviews Methods Primers*, 3(1), 75.



Lo que nadie dice sobre las fuentes “amigables” de energía

Hernández, Medina-José Juan¹, Romano, Rodríguez-Ma Natividad², Pérez, Martínez-René³

11. División de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, jhmedina2024@gmail.com
12. División de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, manatividadromanorgz@gmail.com
13. División de Ingeniería en Logística, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, reneperez1@gmail.com

Resumen: El cambio estructural de energías no renovables a energías renovables es un proceso que se está acelerando. Desafortunadamente, las llamadas energías verdes no son una solución del todo sostenible. Se requiere aún mucha investigación para que este conjunto de tecnologías “limpias”, tengan cada vez menos efectos nocivos para el planeta. En este artículo se abordan el impacto negativo de la energía hidráulica (de forma preliminar), de la eólica y de las fotoceldas, que no son del todo inocuas para el ambiente y que nos obligan a replantearnos, desde un punto de vista crítico, al menos, tomar medidas de mitigación. Este artículo pretende informar de las desventajas de las llamadas tecnologías renovables, que aún tienen mucho que avanzar, y es muy importante que apoyemos al desarrollo de una mejor tecnología y abonemos a tener una sociedad mejor informada que tenga por meta un manejo más respetuoso del medio ambiente.

Palabras clave: Cambio estructural, desventaja, energía renovable, impacto, sostenible,

Abstract: The structural shift from non-renewable to renewable energy is a process that is accelerating. Unfortunately, so-called green energies are not an entirely sustainable solution. A lot of research is still required so that this set of "clean" technologies has fewer and fewer harmful effects on the planet. This article addresses the negative impact of hydropower (preliminarily), wind power and photocells, which are not entirely harmless to the environment and which force us to rethink, from a critical point of view, at least, to take mitigation measures. This article aims to inform about the disadvantages of the so-called renewable technologies, which still have a long way to go, and it is very important that we support the development of better technology and contribute to having a better informed society that has as its goal a more respectful management of the environment..

Keywords: disadvantage, impact, renewable energy, structural change, sustainable

1. Introducción

ISSN 2007-5669
Edición 36
Diciembre 2024

“Cambios Tecno-Productivos y Tendencias Para El Desarrollo Regional”



En este artículo se aborda el estudio de tres tecnologías que se consideran inocuas para el medio ambiente, icónicas, sustentables y limpias, lo que nos permite luchar contra el cambio climático. Se piensa, además, que benefician a la economía local, que brindan puestos laborales de alto perfil y que benefician al medio ambiente. Estas tres tecnologías permiten obtener energía eléctrica del agua de los ríos y lagos, del viento y del sol, por medio de foto celdas. Sin embargo, es necesario reevaluar las ventajas y las desventajas de cada una de ellas en términos de su impacto ecológico y social real. Así pues, este artículo se propone poner en su perspectiva realista el uso y generalización de estas tecnologías.

Los estudios previos sobre el impacto negativo de estas tecnologías no siempre se han tomado con la debida seriedad. En el caso de México, el modelo a seguir debe ser aprender de la experiencia de otros países y buscar fórmulas de compromiso que garanticen el suministro de energía con el menor impacto posible en la flora, la fauna y las comunidades.

2. Sustento teórico

Las tres tecnologías citadas, para la obtención de energía eléctrica mediante el flujo de agua en turbinas, la electricidad eólica y las fotoceldas solares son bien conocidas como recursos amigables con el medio ambiente. Sin embargo, tienen algunas serias desventajas, que se deben tomar en cuenta para tener una perspectiva realista de estas fuentes de energía, en contraste con las fuentes contaminantes tradicionales.

3. Metodología

Las presas en los cursos de agua se han construido desde la antigüedad para prever inundaciones y sequías y garantizar la producción de alimentos. Actualmente, otro uso muy generalizado de las mismas es para generar electricidad. Sin embargo, cuando no se eligen los lugares adecuados, obviamente dañan gravemente el medio ambiente. Las especies de agua dulce están desapareciendo a un ritmo alarmante en todo el mundo: desde la década de 1970, su población ha disminuido más del 80%. A nivel global, el número de represas sobre los ríos principales se multiplicó por diez entre 1950 y 2017, y hoy hay más de 58.000 presas. En particular, los ecosistemas de ríos que fluían libremente sufrieron graves daños (Severiche-Sierra, 2013). Así pues, las presas, contrario a la noción general, no contribuyen al desarrollo limpio, sino que causan graves daños socioambientales, pues las represas emiten gases de efecto invernadero, detienen nutrientes, impiden la oxigenación del agua y alteran gravemente los ecosistemas (Calderón, D., & Armín, 2017). La recomendación es preservar los últimos ríos libres que quedan en el planeta y cuestionarnos severamente nuestros actos (Ansar et al, 2014).



Podríamos pensar, dicho lo anterior, que la energía eólica es mejor en términos ambientales. Para empezar, diremos que la rápida expansión de la producción de energía eólica en los últimos años ha sido motivada por los incentivos fiscales y por supuestos beneficios ambientales que se derivan de la sustitución de la energía generada por combustibles fósiles o nucleares, además, de que el costo de la infraestructura eólica está disminuyendo rápidamente. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, los efectos ambientales negativos de las enormes turbinas eólicas se han vuelto cada vez más evidentes.

En efecto, los impactos ambientales de las turbinas eólicas van desde la contaminación acústica (35-45 decibelios a una distancia de 500 metros), el impacto visual que cambia el paisaje, la colisión de aves, insectos y murciélagos y la fragmentación de los ecosistemas, así como la alteración en el comportamiento de los animales. Por otra parte, la agresión contra la fauna, como veremos a continuación, se puede dar en las etapas de construcción, mantenimiento y operación. Las estrategias de mitigación pueden y deben ser instrumentadas a partir de políticas bien estudiadas, así como el uso de elementos disuasorios o la ubicación inteligente para reducir los impactos en los hábitats críticos (Peri, E., & Tal, A. 2020).Un estudio de Subramanian del año 2012 informó que los 18.000 aerogeneradores con los que contaba España en ese momento, pueden estar matando entre 6 y 18 millones de aves y murciélagos anualmente.

Tabla 1.- Ventajas y desventajas de la energía eólica.

Ventaja	Desventaja
Es renovable y abundante	Es intermitente.
Es reducido el uso de sustancias tóxicas en la fabricación de las turbinas y en su funcionamiento no produce emisión de gases que contribuyan al efecto invernadero.	Afea el paisaje, produce contaminación acústica.
Cuenta con una amplia base de apoyo social, ya que se percibe como una forma de energía limpia y que contribuye a la lucha contra el calentamiento global.	Produce un impacto negativo en la avifauna, los murciélagos y los insectos.
Tiene importancia como fuente de energía local, es una fuente de trabajo, puede usarse como palanca para mejorar la calidad de vida local. Puede aprovechar las zonas áridas y no daña el suelo respecto de las actividades agrícola-ganaderas.	Tiene que ser ubicadas las granjas en lugares estratégicos con el régimen de vientos adecuados.
Bajos costos de mantenimiento y operación y tienen una vida útil de 20-30 años.	Tiene una elevada inversión inicial

Fuente: Elaboración propia, 2023.



En los Estados Unidos, un artículo de Hayes de 2013 sugiere que más de 600.000 murciélagos habrían muerto ese año. Aunque hay quienes han cuestionado la magnitud de estas cifras, lo cierto es que las criaturas como aves y murciélagos están pagando una elevada cuota por la operación de las palas de los aerogeneradores. No hay un consenso sobre el número de criaturas afectadas, pero puede haber una subestimación ya que, una criatura herida puede volar solo para morir más tarde (Grodsky et al. 2011). Es probable que pintar las aspas de cierto color evita las colisiones de aves. En todo caso, se cree que los murciélagos son más afectados por los aerogeneradores que la avifauna. Estos mamíferos voladores abundan en las regiones templadas y tropicales, incluidos los biomas semiáridos. Y tienen importantes impactos en el control de plagas de insectos en la agricultura (Boyles et al. 2011; Maine y Boyles 2015). Además, los murciélagos frugívoros suelen ser importantes dispersores de semillas y como polinizadores. Los cuerpos muertos pueden ser fuente de enfermedades.

Pero no solo sufren las aves y los murciélagos. Recientemente, se estimó que la pérdida anual de biomasa de insectos en las turbinas eólicas en Alemania ascendía a 1.200 toneladas, lo que equivale a alrededor de 1,2 billones de insectos muertos por año. En consecuencia, una sola turbina situada en la zona templada podría matar unos 40 millones de insectos al año. Hay datos tomados por LIDAR que documentan que chocan enjambres de insectos en el rango de operación de las palas (Jansson, Malmqvist, Brydegaard, Åkesson y Rydell, 2020). Algunos insectos invasores también utilizan estructuras de turbinas eólicas para pasar el invierno, lo que podría ayudar a estas especies oportunistas a ampliar su área de distribución al facilitar la supervivencia invernal (Dudek, Dudek y Tryjanowski, 2015).

Pero no solo eso. Los restos de los insectos muertos dejan una capa de detritos orgánicos en el borde de ataque de las turbinas. Esta capa entorpece el flujo de aire laminar, provocando una caída importante en la producción de energía (Han, Kim y Kim, 2018; Soltani, Birjandi y Seddighi Moorani, 2011). Obviamente, las principales fuentes de contaminantes que se adhieren a las palas de los aerogeneradores y que los afecta severamente en su rendimiento, son el impacto de insectos, el envejecimiento, el polvo y la arena y los contaminantes de la lluvia (Soltani, Birjandi y Seddighi Moorani, 2011). Obviamente, estas variables pueden variar mucho entre regiones, depender de las especies locales de insectos y del régimen de vientos, lluvia, nieve y muchos otros factores.



Los estudios para México al respecto del impacto sobre la fauna de los aerogeneradores son escasos. México cuenta con uno de los potenciales más altos de generación de energía eólica en el mundo y seguramente en el futuro próximo este país tendrá una infraestructura creciente. La cuestión fundamental es cómo lograr un equilibrio óptimo entre el medio ambiente y la energía que necesitamos. En México debemos aprender de la experiencia de otros países, especialmente cuando se trata de la participación de la comunidad, el respeto al entorno y seleccionar muy cuidadosamente el mapeo de los sitios potenciales. Igualmente, la producción de energía eólica marina ha aumentado en todo el mundo, porque los vientos marinos son mucho más fuertes que el régimen de viento terrestre, lo que permite una mayor producción de electricidad a un ritmo más confiable en comparación con sus contrapartes terrestres (Peri, E., & Tal, A. 2020). Sin embargo, no sabemos aún cómo las granjas eólicas marinas puedan afectar al ecosistema.

El caso de la energía fotovoltaica.

Las etapas del ciclo de vida de los sistemas solares fotovoltaicos incluyen (1) la extracción de materias primas y su procesamiento para la fabricación de módulos fotovoltaicos, (2) la logística de esos módulos, (3) la fabricación del resto de los componentes del sistema, por ejemplo, los cables, herrajes para los soportes de acero inoxidable y la instalación y operación del sistema fotovoltaico y (4) el fin de vida útil, lo que implica su desmantelamiento, eliminación y reciclaje de componentes fotovoltaicos. Los puntos críticos en términos de emisiones de químicos nocivos y de gases de efecto de invernadero (GEI) provienen de las etapas uno y cuatro.

Las materias primas requeridas para la fabricación de paneles solares incluyen obleas de silicio, vidrio, arseniuro de galio, dióxido de silicio y aluminio, cobre, indio, boro, fósforo, plomo, cadmio, aluminio para los marcos, cajas de unión, cables y otros componentes que componen el producto final del panel solar. Los fabricantes de fotoceldas deben invertir en investigación y desarrollo para mejorar la eficiencia de sus procesos y reducir los desechos de materiales, que como podemos suponer son altamente contaminantes. Por ejemplo, el refinado que convierte al cuarzo en silicio de grado metalúrgico se realiza en hornos gigantes y requiere de mucha energía.

Sin embargo, al convertir el silicio en polisilicio, se crea un compuesto muy tóxico denominado tetracloruro de silicio. Si se pone en contacto con el agua, el tetracloruro de silicio libera ácido clorhídrico, provocando la acidificación del suelo y emitiendo vapores nocivos. La fabricación de paneles solares requiere una cantidad significativa de electricidad y de otros servicios como agua, gas natural y gestión de residuos. El agua es un recurso crítico utilizado para limpiar y enfriar los paneles. Los procesos implicados tienen un alto costo tanto económico como social y ecológico, más allá de la mera rentabilidad general del negocio.



Los módulos fotovoltaicos tienen una vida útil aproximada de 30 años. No obstante, después de 25 años, los módulos fotovoltaicos pueden experimentar una degradación significativa de su rendimiento. Esta disminución se debe a la degradación del material bajo la influencia de la luz ultravioleta y las condiciones climáticas. Al final de su vida útil, se deben tomar precauciones especiales porque algunos compuestos utilizados en la producción, como el plomo, son peligrosos para el medio ambiente. Aquí se describen las tres formas de desechar o disponer los paneles solares:

1. Eliminación de paneles solares en vertederos que es por ahora la opción de eliminación más barata ya que a nivel nacional solo existe una planta recicladora.
2. Reciclaje de paneles solares. Los paneles solares contienen varios elementos raros y costosos, como el galio y el indio, así como elementos potencialmente peligrosos como el cadmio y el plomo. Por razones, tanto económicas como ecológicas los paneles podrían reciclarse. El problema es que a pesar de que se estima que los paneles solares teóricamente pueden ser reciclados en un 98% de su peso, apenas en 2024 se están implementando las primeras plantas de reciclaje en Estados Unidos y en Francia.
3. La reutilización de paneles solares consiste en darles una nueva vida en una variedad de aplicaciones, como alimentar pequeños dispositivos como teléfonos celulares, computadoras, luces de exteriores o convertirlos en materiales didácticos o para exhibiciones técnicas. Una vez transcurrido el período de garantía, los paneles solares pueden seguir funcionando, pero con una eficiencia reducida.

Es verdad que no se consumen combustibles mientras operan los paneles fotovoltaicos. Pero no se puede afirmar lo mismo con respecto a la contaminación química. La primera emisión de contaminantes tiene lugar durante la fase de desarrollo y producción y la segunda, en la última fase de vida de las células solares, ya que el material tóxico se puede filtrar al ambiente y tener un efecto negativo sobre el ecosistema (Buitrago et al, 2020).

Se estima que la energía que se usa para fabricar e instalar un panel, se recupera en alrededor de 3 años, con la energía limpia que generan los paneles. Si un panel tiene una vida útil de 25 años, ya estamos 22 años a favor por usar un panel solar. Evidentemente, en este sentido, la energía solar es una mejor alternativa a las plantas eléctricas con quema de combustibles fósiles. Generalmente se identifica a la energía solar fotovoltaica como sistemas de cero emisiones, pero este criterio ignora la evaluación del ciclo de vida, que deben incluir la fabricación y la operación de los sistemas, sin ignorar el final de su vida útil de los paneles fotovoltaicos. Otras variables son, por ejemplo, si cae nieve, está nublado o hay polvo se reduce la producción de electricidad (Ali, 2023)



Es necesario poner en marcha planes de reciclaje para prevenir a tiempo los efectos nocivos de los paneles gastados en el medio ambiente. Uno de los enfoques para reciclar está en usar fundiciones de metal para fundir los módulos fotovoltaicos de desecho. Otro método de reciclaje implica el desmantelamiento del módulo, seguido de la separación de los metales siguiendo una combinación de métodos físicos y químicos, como disolución química, separación mecánica, precipitación y electrodeposición. Si se refinan estos métodos se pueden recuperar hasta el 95% del telurio y el 96% del plomo. Además de la seguridad medioambiental, otra razón importante para desarrollar métodos rentables para reciclar las celdas fotovoltaicas es la escasez de algunos de los elementos utilizados en la industria fotovoltaica. Las reservas de algunos elementos como el germanio, el indio y el telurio son bajas y siguen disminuyendo con el tiempo (Nkuissi, 2020).

En general, casi todos los productos químicos utilizados en la fabricación de los paneles fotovoltaicos pueden lixivarse fácilmente cuando se exponen al agua, como la lluvia en los vertederos. Los resultados confirman que el Pb, el metal pesado más contaminante y otras sustancias tóxicas podrían ingresar al medio ambiente. Por lo tanto, es necesario realizar esfuerzos para tratar previamente las fotoceldas desechadas para la protección a largo plazo del medio ambiente. Por último, es necesario señalar la falta de información y de concientización que existen entre los propietarios, inversionistas, usuarios y el público en general sobre la tecnología de las celdas fotovoltaicas respecto a su destino final (Ali et al, 2023).

4. Resultados, discusión

El fin de cualquier proyecto es el de mejorar de un modo sustentable el bienestar humano y el equilibrio ambiental. El progreso debe estar alineado con los valores fundamentales. Los tiempos en los que solamente se tenían criterios técnicos, de mercado, políticos, económicos y científicos para realizar proyectos quedaron en el pasado. Es necesario tener criterios humanos, éticos, ecológicos, sustentables, de manera preferente y que responda a sus necesidades y que las comunidades no acaben más empobrecidas, desplazadas e invisibilizadas. Lo que esté artículo pretende es resaltar que se necesita más investigación para comprender mejor cómo los animales de diferentes especies interactúan con las turbinas eólicas y se ponen en alto riesgo de colisionar con turbinas eólicas, además de que las instalaciones de los aerogeneradores tienen efectos negativos efectos sobre hábitats sensibles y especies de animales asociados debido a la perturbación y la fragmentación. El otro aspecto, con respecto a la industria fotovoltaica, una razón importante para desarrollar métodos rentables para reciclar módulos fotovoltaicos es la escasez de algunos de los elementos utilizados en la fabricación de celdas fotovoltaicas y su alto costo. Sin embargo, lo más importante es reciclar debido a que muchos materiales y productos químicos utilizados en las fotoceldas son de alto riesgo como el cadmio o el plomo.

5. Conclusiones



No se puede remediar algo que no se reconoce. Es necesario reconocer que las tecnologías verdes también tienen un costo ecosocial elevado. No se trata de que nos pasemos el tiempo inmersos en un mar de dudas y buscando razones para no hacer proyectos, sino de hacerlos de manera más pertinente, atenuando desde el principio sus efectos negativos. Es absolutamente imposible encarar el problema de suministrar energía con una mente carente de prejuicios. Sin problemas el hombre no hubiese evolucionado y la herramienta clave ha sido la creatividad. Es necesario reconocer que la obtención de energía no es un asunto fácil y que se requieren tomar medidas bien meditadas y que debemos informar a la sociedad del verdadero costo social y ecológico de la energía. Fuera de este análisis quedaron muchos temas relevantes como la electromovilidad, la bioenergía, la energía mareomotriz, la energía geotérmica, que podrían brindar un cuadro más completo de la problemática de obtener energía barata, limpia y sustentable.

6. Referencias

- o Ali, A., Malik, S. A., Shafiullah, M., Malik, M. Z., & Zahir, M. H. (2023). Policies and regulations for solar photovoltaic end-of-life waste management: Insights from China and the USA. *Chemosphere*, 340, 139840.
- o Ansar, A., Flyvbjerg, B., Budzier, A., & Lunn, D. (2014). Should we build more large dams? The actual costs of hydropower megaproject development. *Energy policy*, 69, 43-56.
- o Buitrago, E., Novello, A. M., y Meyer, T. (2020). Third-generation solar cells: toxicity and risk of exposure. *Helvetica Chimica Acta*, 103(9), e2000074.
- o Calderón, D., y Armín, M. (2017). El Quimbo: extractivismo, despojo, ecocidio y resistencia. *Planeta Paz. Sectores Sociales Populares para la Paz de Colombia*.
- o Dudek, K., Dudek, M., & Tryjanowski, P. (2015). Wind turbines as overwintering sites attractive to an invasive lady beetle, *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera: Coccinellidae). *The Coleopterists Bulletin*, 69(4), 665-669.
- o Grodsky, S. M., Behr, M. J., Gendler, A., Drake, D., Dieterle, B. D., Rudd, R. J., & Walrath, N. L. (2011). Investigating the causes of death for wind turbine-associated bat fatalities. *Journal of mammalogy*, 92(5), 917-925.
- o Han, W., Kim, J., & Kim, B. (2018). Effects of contamination and erosion at the leading edge of blade tip airfoils on the annual energy production of wind turbines. *Renewable energy*, 115, 817-823.
- o Hayes, M. A. (2013). Bats killed in large numbers at United States wind energy facilities. *BioScience*, 63(12), 975-979.
- o Jansson, S., Malmqvist, E., Brydegaard, M., Åkesson, S., & Rydell, J. (2020). A Scheimpflug lidar used to observe insect swarming at a wind turbine. *Ecological Indicators*, 117, 106578.



- o Maine, J. J., & Boyles, J. G. (2015). Bats initiate vital agroecological interactions in corn. *Proceedings of the National Academy of sciences*, 112(40), 12438-12443.
- o Peri, E., & Tal, A. (2020). A sustainable way forward for wind power: Assessing turbines' environmental impacts using a holistic GIS analysis. *Applied Energy*, 279, 115829.
- o Nkuissi, H. J. T., Konan, F. K., Hartiti, B., & Ndjaka, J. M. (2020). Toxic materials used in thin film photovoltaics and their impacts on environment. In *Reliability and ecological aspects of photovoltaic modules*. IntechOpen.
- o Severiche-Sierra, C. (2013). El agua y la generación de energía en entornos de sostenibilidad. *Cap&Cua*, 9(1), 1-6.
- o Soltani, M. R., Birjandi, A. H., & Moorani, M. S. (2011). Effect of surface contamination on the performance of a section of a wind turbine blade. *Scientia Iranica*, 18(3), 349-357.
- o Subramanian, M. (2012). An ill wind. *Nature*, 486(7403), 310.
- o Voigt, C. C. (2021). Insect fatalities at wind turbines as biodiversity sinks. *Conservation Science and Practice*, 3(5), e366.



Mejoras en seguridad y eficiencia con aditamentos en maquinaria industrial

Alzate, Espinoza Juan Héctor¹, García, Escatel Anely Carolina², Báez, Hernández Grace Erandy³

14. División de Ciencias Mecánicas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, grace.bh@guasave.tecnm.mx
15. Estudiante de Ingeniería Mecánica, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, carolinaescatel8@gmail.com
16. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, grace.bh@guasave.tecnm.mx

Resumen: El presente artículo aborda la implementación de mejoras en maquinaria industrial mediante el uso de aditamentos, con el objetivo de incrementar la seguridad de los operarios y optimizar la eficiencia en los procesos productivos. El estudio se llevó a cabo en maquinaria CNC del taller "Herrajes, Diseño y Construcción", donde se detectaron riesgos laborales relacionados con la exposición a humos metálicos y pérdidas de productividad por tiempos muertos y paros no planificados. Se describen las estrategias aplicadas para incorporar aditamentos como parte de las mejoras y los resultados obtenidos. Los hallazgos muestran que estas medidas redujeron en un 35% la exposición a humos metálicos y aumentaron la eficiencia de producción en un 25%. Estos resultados subrayan la importancia de implementar estrategias para mejorar la seguridad y productividad en entornos industriales.

Palabras clave: Aditamentos industriales, eficiencia productiva, maquinaria CNC, mejora continua, seguridad laboral.

Abstract: This article addresses the implementation of improvements in industrial machinery through the use of add-ons, aiming to enhance operator safety and optimize efficiency in production processes. The study was conducted on CNC machinery at the "Herrajes, Diseño y Construcción" workshop, where occupational risks related to exposure to metal fumes and productivity losses due to downtime and unplanned stoppages were identified. The strategies applied to incorporate add-ons as part of the improvements and the results obtained are described. Findings show that these measures reduced metal fume exposure by 35% and increased production efficiency by 25%. These results highlight the importance of implementing strategies to improve safety and productivity in industrial environments.

Keywords: Industrial add-ons, productive efficiency, CNC machinery, continuous improvement, occupational safety.

1. Introducción



La industria manufacturera ha experimentado una transformación significativa impulsada por avances tecnológicos, especialmente en el uso de máquinas de control numérico computarizado (CNC). Estas tecnologías han mejorado la precisión, eficiencia y flexibilidad en los procesos productivos, permitiendo a las empresas enfrentar los retos de la manufactura moderna (Altintas et al., 2005; Cheung & Lee, 2000). Sin embargo, esta evolución también ha planteado desafíos relacionados con la seguridad laboral y la eficiencia operativa, aspectos fundamentales para garantizar la sostenibilidad en entornos industriales diversos (Soori et al., 2012; Narita et al., 2006).

En talleres como "Herrajes, Diseño y Construcción", se han identificado riesgos laborales significativos, como la exposición de los operarios a humos metálicos y las pérdidas de productividad ocasionadas por tiempos muertos y fallas no planificadas. Aunque se han implementado estrategias como la extracción localizada de humos y herramientas de mantenimiento predictivo, persisten limitaciones en su adopción, especialmente en talleres pequeños con recursos limitados (García-Alcaraz & Maldonado-Macías, 2016; Rickli et al., 2024).

Este artículo aborda estas problemáticas mediante la implementación de mejoras basadas en aditamentos industriales, con el objetivo de incrementar la seguridad laboral y optimizar la eficiencia operativa en maquinaria CNC. A través de un enfoque integral, se busca combinar estrategias avanzadas de monitoreo en tiempo real y mantenimiento adaptadas a contextos con restricciones económicas, proporcionando un modelo replicable para mejorar la productividad y seguridad en talleres industriales (Scott Technology Ltd., 2019; Singh et al., 2023).

2. Delimitación contextual

La investigación se llevó a cabo en el taller "Herrajes, Diseño y Construcción", un espacio representativo de los desafíos que enfrentan pequeños talleres industriales en términos de seguridad laboral y eficiencia operativa. Este entorno se caracteriza por el uso de maquinaria de control numérico computarizado (CNC), donde los operarios están expuestos a riesgos como humos metálicos y las pérdidas de productividad asociadas con tiempos muertos y fallas no planificadas. Estas problemáticas, comunes en talleres con recursos limitados, han sido identificadas previamente en la literatura como barreras importantes para la sostenibilidad operativa (Altintas et al., 2005; García-Alcaraz & Maldonado-Macías, 2016).

El uso de tecnologías avanzadas, como el monitoreo en tiempo real y el mantenimiento predictivo, ha demostrado ser eficaz para mitigar riesgos y aumentar la productividad en entornos industriales complejos. Sin embargo, estas soluciones a menudo se diseñan pensando en grandes empresas, dejando una brecha significativa en su aplicación práctica para pequeños talleres (Scott Technology Ltd., 2019; Singh et al., 2023). Además, estrategias como el uso de aditamentos industriales en maquinaria CNC representan un enfoque viable para abordar estas problemáticas, ya que permiten mejorar tanto la seguridad como la eficiencia sin requerir inversiones excesivas (Cheung & Lee, 2000; Soori et al., 2012).



Este estudio se basa en principios de mejora continua y manufactura inteligente para desarrollar un modelo replicable que integre tecnologías existentes con estrategias de seguridad y eficiencia. Las aportaciones incluyen la adaptación de herramientas avanzadas a talleres pequeños, destacando su impacto en la reducción de riesgos laborales y la optimización de procesos. A pesar de las limitaciones inherentes al contexto, como los recursos económicos restringidos, los hallazgos ofrecen una base sólida para futuras aplicaciones en entornos industriales similares (Narita et al., 2006; Rickli et al., 2024).

3. Metodología

El estudio se llevó a cabo utilizando una metodología mixta que combinó enfoques exploratorios y descriptivos para abordar las problemáticas de seguridad y eficiencia en el taller "Herrajes, Diseño y Construcción". Este enfoque permitió identificar riesgos laborales, como la exposición a humos metálicos, y analizar las ineficiencias en los procesos productivos. La metodología incluyó el diseño, desarrollo y evaluación de un prototipo orientado a mitigar estos problemas.

El prototipo se diseñó para reducir la exposición a humos metálicos y mejorar los tiempos de producción. Entre las especificaciones técnicas destacan: la estructura de acero inoxidable AISI 304, seleccionada por su alta resistencia al calor y a la corrosión; un sistema de extracción con ventiladores de 500 CFM y filtros HEPA clase H13 para capturar partículas metálicas; y una tina de agua de 20 litros para sedimentación de residuos metálicos. Las dimensiones del prototipo incluyeron una base de 120 cm × 80 cm con una altura total de 150 cm. El ensamblaje del prototipo utilizó soldadura TIG (GTAW), garantizando uniones resistentes y sin deformaciones térmicas.

El proceso de desarrollo del prototipo fue iterativo, incorporando retroalimentación de los operarios. Las etapas incluyeron el ensamblaje inicial, pruebas técnicas y ajustes para garantizar su efectividad. En la Tabla 1 se presentan las mejoras técnicas realizadas, comparando las condiciones antes y después de la implementación del prototipo.

Tabla 1. Comparación de condiciones antes y después del prototipo

Indicador	Antes del prototipo	Después del prototipo	Mejora (%)
Exposición a humos metálicos (mg/m³)	0.8	0.3	60
Tiempos muertos por ciclo (minutos)	15	11.25	25

Fuente: Elaboración propia



La evaluación del prototipo incluyó pruebas ambientales y de tiempos de producción, además de encuestas estructuradas aplicadas a los operarios. Se realizaron mediciones de calidad del aire con dispositivos de monitoreo ambiental antes y después de la implementación, demostrando una reducción significativa de las concentraciones de partículas metálicas. Asimismo, el análisis de tiempos de ciclo indicó una disminución en los tiempos muertos y un incremento en la eficiencia operativa.

Para detallar el impacto del prototipo en los procesos productivos, la Tabla 2 presenta los principales indicadores medidos y sus resultados.

Tabla 2. Indicadores de impacto del prototipo

Indicador	Unidad de medida	de	Antes del prototipo	del	Después del prototipo	Mejora (%)
Concentración de humos metálicos	mg/m ³		0.8		0.3	60
Tiempo de ciclo	Minutos		15		11.25	25
Satisfacción laboral	Escala Likert (1-5)		3.2		4.5	N/A

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, las limitaciones de este estudio incluyeron el tamaño reducido de la muestra y los costos asociados con los materiales utilizados. Sin embargo, los resultados demuestran la viabilidad del prototipo para mejorar tanto la seguridad como la eficiencia en entornos industriales similares.

4. Desarrollo

Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la implementación de los aditamentos tuvo un impacto positivo tanto en la seguridad como en la eficiencia de las máquinas CNC. Uno de los objetivos más importantes de este proyecto fue disminuir la exposición de los trabajadores a los humos metálicos generados por la operación de la máquina CNC. Antes de la implementación del prototipo, la concentración de partículas metálicas en el aire era considerablemente alta, lo que representaba un riesgo serio para la salud ocupacional. Estudios han demostrado que la exposición prolongada a humos metálicos puede provocar enfermedades respiratorias crónicas, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) y fibrosis pulmonar, destacando la importancia de implementar medidas de control y protección en entornos laborales para mitigar estos riesgos (Prolaboral, n.d.; Riesgos Laborales Europreven, n.d.).



El prototipo desarrollado, que incluyó un sistema de extracción de humos y ventilación, logró una reducción del 60% en los niveles de partículas metálicas en el aire. Este impacto fue medido a través de monitores de calidad del aire instalados en distintas áreas del taller antes y después de la instalación del prototipo. Los datos obtenidos indicaron que la concentración de partículas disminuyó significativamente, como se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Comparación de niveles de exposición a humos metálicos.

Fuente: Elaboración propia.

Este resultado es de gran relevancia, ya que la reducción en la exposición a humos metálicos no solo mejora la salud a corto plazo, evitando síntomas agudos como fiebre o irritación respiratoria, sino que también disminuye el riesgo de que los trabajadores desarrollen enfermedades más graves en el futuro. Otro resultado destacado fue el aumento en la eficiencia operativa del taller. Antes de la implementación del aditamento, el proceso de producción en el taller experimentaba frecuentes interrupciones y tiempos muertos, lo que resultaba en un bajo nivel de productividad. Los tiempos de ciclo de la máquina CNC eran prolongados debido a la necesidad constante de realizar ajustes manuales y pausas no planificadas en la producción. El prototipo, además de incorporar mejoras en la extracción de humos, incluyó ajustes en el flujo de trabajo y en la disposición de las herramientas, lo que permitió optimizar el uso de la máquina CNC. Como resultado, la eficiencia operativa aumentó en un 25%, reduciendo los tiempos muertos y mejorando el tiempo de ciclo de cada operación. La Figura 2 muestra cómo mejoraron los tiempos de producción tras la implementación del prototipo.

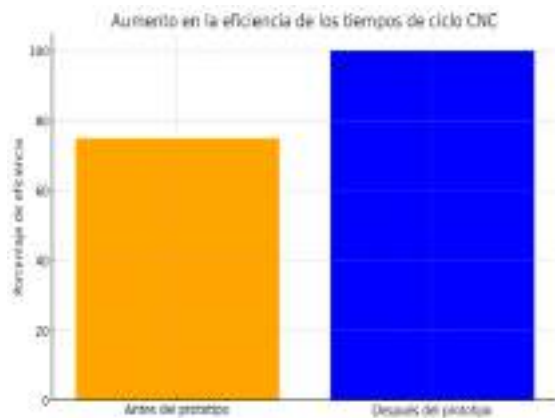


Figura 2. Aumento en la eficiencia de los tiempos de ciclo.

Fuente: Elaboración propia.

Este aumento en la eficiencia no solo se traduce en una mayor productividad, sino que también contribuye a una mejor gestión de los recursos humanos y materiales en el taller, ya que se reduce la necesidad de trabajo adicional para compensar las pérdidas de tiempo. Un tercer aspecto importante a evaluar fue la percepción de los trabajadores respecto a la seguridad en el entorno laboral y su satisfacción general con las mejoras implementadas. A través de encuestas realizadas antes y después de la implementación del prototipo, se midió cómo los operarios percibían los cambios en su entorno de trabajo. Antes de la implementación, el 50% de los trabajadores expresaba preocupación por la exposición a humos metálicos y las condiciones de seguridad en el taller. Sin embargo, tras la implementación del prototipo, el 90% de los encuestados afirmó sentirse más seguro en el trabajo, destacando la mejora en la calidad del aire y la disminución en los riesgos para la salud. La Figura 3 ilustra el cambio en la percepción de seguridad y satisfacción de los trabajadores.

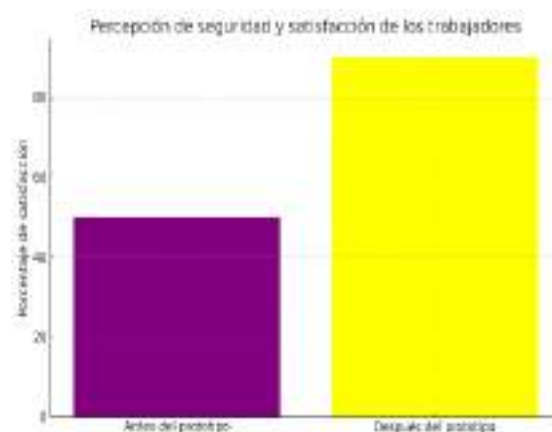


Figura 3. Percepción de seguridad y satisfacción de los trabajadores.

Fuente: Elaboración propia.

Este aumento en la satisfacción también se reflejó en una disminución del ausentismo laboral por enfermedades respiratorias o derivadas del entorno de trabajo. La mejora en la calidad del ambiente laboral no solo incrementa la productividad, sino que también promueve un ambiente más saludable y motivador para los trabajadores. La Figura 4 muestra una imagen de la implementación real del prototipo en el taller "Herrajes, Diseño y Construcción". Esta fotografía ilustra cómo se integraron los aditamentos al sistema existente, destacando su funcionalidad y compatibilidad con la infraestructura del taller.



Figura 4. Implementación real del prototipo en el taller.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

La implementación de aditamentos en maquinaria industrial CNC para mejorar la seguridad y eficiencia ha demostrado ser una solución eficaz en el taller "Herrajes, Diseño y Construcción". Los resultados obtenidos destacan una mejora significativa tanto en la eficiencia operativa como en la seguridad de los trabajadores. La reducción del 60% en la exposición a humos metálicos y el incremento del 25% en la eficiencia de los tiempos de producción son indicadores claros de los beneficios de estas mejoras tecnológicas.

Desde una perspectiva de seguridad, la implementación del diseño permitió reducir los riesgos ocupacionales asociados a la exposición a humos metálicos. Esto no solo ha tenido un impacto positivo en la salud de los trabajadores, sino que también ha mejorado su percepción de seguridad en el entorno de trabajo, lo que a su vez ha aumentado la moral y satisfacción laboral. Además, la reducción de riesgos relacionados con enfermedades respiratorias refuerza la importancia de aplicar tecnologías orientadas a la seguridad en entornos industriales.

En cuanto a la eficiencia, los aditamentos diseñados para optimizar los procesos productivos han demostrado ser efectivos al reducir los tiempos de paro no planificados y mejorar la precisión en las operaciones de las máquinas CNC. Estas mejoras han contribuido a una mayor productividad y una reducción en los costos operativos, evidenciando el valor de la integración de tecnologías accesibles y adaptables a talleres con recursos limitados.

Este estudio sugiere que la inversión en mejoras tecnológicas y de seguridad en la maquinaria industrial puede generar beneficios significativos tanto para los trabajadores como para las empresas. La replicación de estos resultados en otras industrias similares podría contribuir a la creación de entornos de trabajo más seguros y productivos. Sin embargo, es importante destacar que la implementación de estas mejoras debe ir acompañada de programas de capacitación adecuados para los trabajadores, así como de un mantenimiento regular de las máquinas y los aditamentos para garantizar su funcionamiento óptimo a largo plazo.

Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones se centren en evaluar los efectos a largo plazo de la reducción en la exposición a humos metálicos en la salud de los trabajadores y en explorar nuevas tecnologías que puedan mejorar aún más la seguridad y eficiencia en la maquinaria CNC y otras áreas de producción industrial. Además, se sugiere analizar la adaptabilidad de estos sistemas en industrias de mayor escala para maximizar su impacto y beneficios.

6. Referencias

- o Altintas, Y., Brecher, C., Weck, M., & Witt, S. (2005). Virtual machine tool. *CIRP Annals*, 54(2), 115–138. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)60022-5](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)60022-5)
- o Cheung, C. F., & Lee, W. B. (2000). A framework of a virtual machining and inspection system for diamond turning of precision optics. *Journal of Materials Processing Technology*, 105(3), 367–376. [https://doi.org/10.1016/S0924-0136\(00\)00674-1](https://doi.org/10.1016/S0924-0136(00)00674-1)
- o García-Alcaraz, J. L., & Maldonado-Macías, A. A. (2016). Mantenimiento productivo total y su aplicación en talleres pequeños. *Revista de Ingeniería Industrial*, 32(1), 18–28.
- o Narita, H., Shirase, K., Wakamatsu, H., & Arai, E. (2006). Pre-process evaluation of end milling operation using virtual machining simulator. *JSME International Journal Series C Mechanical Systems, Machine Elements and Manufacturing*, 49(1), 68–75. <https://doi.org/10.1299/jsmec.49.68>
- o Prolaboral. (s. f.). Exposición a humos en el trabajo: Riesgo y protección ante sus riesgos. Recuperado de <https://www.prolaboral.com/es/blog/exposicion-a-humos-en-el-trabajo-riesgo-y-proteccion-ante-sus-riesgos.html>
- o Rickli, J. L., Fan, Z., Huang, H., Wang, Y., Lee, W. J., Mathur, N., Triebe, M. J., Desabathina, S. S., & Haapala, K. R. (2024). Current state and emerging trends in advanced manufacturing: Smart manufacturing systems. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*. <https://doi.org/10.1007/s00170-024-14279-z>



- o Riesgos Laborales Europreven. (s. f.). Exposición a humos en el trabajo: Riesgos y protecciones. Recuperado de <https://riesgoslaboraleseuropreven.com/exposicion-a-humos-en-el-trabajo-riesgos-y-protecciones/>
- o Scott Technology Ltd. (2019). The impact of automation on manufacturing. Recuperado de <https://scottautomation.com/assets/Insights/Articles/Impact-of-automation-on-manufacturing/The-Impact-of-Automation-on-Manufacturing.pdf>
- o Singh, N., Siddiqui, H., Koyalada, B. S. R., Mandal, A., Chauhan, V., Natarajan, S., Kumar, S., Goswami, M., & Kumar, S. (2023). Recent advancements in additive manufacturing (AM) techniques: A forward-looking review. *Metals and Materials International*, 29(4), 2119–2136. <https://doi.org/10.1007/s12540-022-01380-9>
- o Soori, M., Arezoo, B., & Habibi, M. (2012). Tool deflection error of three-axis computer numerical control milling machines: Monitoring and minimizing by a virtual machining system. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 134(6), 061006. <https://doi.org/10.1115/1.4007851>



Metodología para la identificación de patrones de consumo eléctrico mediante inteligencia artificial en el sector industrial.

Ordoñez, Flores-Rafael¹, Márquez, Vázquez-Alfredo², Morales Caporal Roberto³
y Zarate, Sampedro-Oscar⁴

17. Departamento de Ingeniería en electrónica, Instituto Tecnológico de Apizaco, rafael.of@apizaco.tecnm.mx
18. Departamento de Ingeniería en Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, alfredo.marquez@smartin.tecnm.mx.
19. Departamento de Ingeniería en Electromecánica, Instituto Tecnológico de Apizaco
20. Departamento de Ingeniería en Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan oscar.zarate@smartin.tecnm.mx

Resumen: En esta etapa del proyecto se ha estudiado y analizado información acerca del marco constitucional de la normativa sobre materia energética en México que establecen parámetros de calidad de energía eléctrica en el sector industrial; al mismo tiempo, se han elegido y adquirido los tipos de sensores de corriente y voltaje y sus respectivas tarjetas de instrumentación y la tarjeta de adquisición de datos MyDAQ(dispositivo de adquisición de datos para estudiante). Está en proceso el diseño de los diagramas para la medición de voltaje y corriente en el software Labview, y con esto, se realizará una base de datos de patrones de señales eléctricas de diferentes dispositivos eléctricos y electrónicos usados en el sector industrial. Paralelamente, se ha elegido un primer algoritmo para el procesamiento y tratado de los datos llamado “selección de atributos”; también se ha elegido el software Python que nos permitirá iniciar pruebas del procesamiento con la base de datos de los patrones de las señales eléctricas, y esto nos ayudará para el reconocimiento de equipos conectados, la lectura de consumo de energía, el factor de potencia y la distorsión armónica de demanda.

Palabras clave: algoritmo, patrones, reconocimiento de equipos, calidad de energía eléctrica.

Abstract: At this stage of the project, we have studied and analyzed information about the constitutional framework of the regulations on energy matters in Mexico that establish parameters of electrical energy quality in the industrial sector; at the same time, we have chosen and acquired the types of current and voltage sensors and their respective instrumentation cards and the MyDAQ data acquisition card. The design of the diagrams for voltage and current measurement in Labview software is in process, and with this, a database of electrical signal patterns of different electrical and electronic devices used in the industrial sector will be created.



In parallel, a first algorithm has been chosen for the processing and treatment of the data called “attribute selection”; the Python software has also been chosen, which will allow us to start processing tests with the database of electrical signal patterns, and this will help us for the recognition of connected equipment, the reading of energy consumption, the power factor and the harmonic current distortion.

Keywords: algorithm, patterns, equipment recognition, power quality.

1. Introducción

Una de las mayores problemáticas en el sector de la distribución de energía eléctrica es la dificultad para conocer con detalle el comportamiento del consumo en el tiempo. Por ello, se han incorporado nuevas tecnologías, como los medidores inteligentes, que permiten registrar y monitorear de manera constante las fluctuaciones del consumo eléctrico. A partir de estos datos, las empresas pueden obtener conocimiento relevante para la toma de decisiones.

El avance de la tecnología y su llegada masiva a las ciudades y hogares ha generado una alta demanda que va en aumento cada día. Desde el alumbrado público, hasta la iluminación y artefactos del hogar, tales como refrigeradores y televisores, necesitan ser abastecidos constantemente de electricidad para mantenerse en funcionamiento.

Esta fuerte demanda, ha llevado a concentrar los esfuerzos de investigación en mejorar la eficiencia de la generación, distribución y consumo de energía eléctrica en hogares e industrias.

Con el mismo objetivo, las empresas distribuidoras de energía eléctrica han estado incorporando nuevas tecnologías que les permitan obtener información completa y en tiempo real del consumo de sus clientes. Es así, como se ha adoptado un nuevo concepto llamado “Smart Metering” o medición inteligente, que da paso a nuevos tipos de medidores que interactúan en un sistema interconectado. Esto permitirá realizar análisis sobre los datos, hacer pronósticos certeros y detectar patrones de consumo eléctrico que serán relevantes en la toma de decisiones.

En esta instancia, la disciplina que ha tenido mayor auge es la minería de datos (Data Mining), ya que, en primer lugar, provee una serie de técnicas que permiten agrupar y caracterizar de manera efectiva patrones de consumo eléctrico; en segundo lugar, el aprendizaje de máquina permite aplicar modelos de pronóstico certeros. Estos análisis no tan solo están orientados a favorecer y mejorar las operaciones de distribución por parte de las empresas, sino también tienen la finalidad de ofrecer al consumidor un análisis de su propio consumo, y así promover un uso consciente que resguarde la eficiencia energética.



Es por ello que se realizará un sistema inteligente aplicando algoritmos de inteligencia artificial que permita generar medición y diagnóstico de patrones eléctricos de cargas en el sector industrial, con lo que el cliente podrá realizar acciones preventivas o correctivas permitientes para dar cumplimiento al código red que solicita la CRE (Comisión reguladora de energía), y con esto elevar el ahorro y eficiencia energética en las empresas, así como el cuidado del sistema eléctrico nacional.

2. Delimitación contextual

Derivado de la vertiginosa evolución normativa sobre la materia energética, en 2016 fue expedido el Código de Red, documento que contiene los requisitos mínimos para asegurar la eficiencia del sistema eléctrico mexicano.

Los requerimientos técnicos que deben cumplir los centros de carga que pretendan o estén conectados al SEN (Sistema eléctrico nacional) se debe de dar cumplimiento a un factor de potencia a 0.95 y menor a 1. *A partir del 2026 deberá ser mayor a 0.97, en lo que respecta a indicadores de calidad en la energía (flickers y armónicas) el Código de Red exige que los centro de carga e cumplan con los límites de DATD(distorsión armónica total de demanda) en su punto de conexión, los límites de distorsión armónica máxima permisible en corrientes para tensiones menores de 69 Kv es de 5.0 % a 20 %, para tensiones de 69 Kv a 161 Kv de 2.5 % a 10 %, mayores de 161 Kv de 2..5 % a 3.75 % sin embargo, los equipos de medición de la Calidad de la Energía desconocen a I_L (Corriente máxima de carga, correspondiente al promedio de las corrientes de demanda máxima de los últimos 12 meses), por lo que los valores que nos arroja son de DATC (distorsión armónica total de corriente), ya que estos son calculados en base corriente fundamental que se presenta en el momento de las mediciones.

Estado del arte

Predicción del consumo energético de fábricas alimentarias mediante algoritmos MLP (perceptrón multicapa) y SVR (Support Vector Regression) en este artículo se predijo el consumo de electricidad (energía eléctrica) y el consumo de gas natural licuado (GNL) (energía térmica) de una fábrica de alimentos utilizando cuatro algoritmos ML (machine learning): MLP, SVR-lineal, SVR-RBF y SVR-polinomial. Este estudio pretende seleccionar un modelo con la mayor precisión en la predicción de consumo de electricidad y GNL (gas natural licuado). Este estudio deriva un modelo con alta precisión de predicción a través de la evaluación del modelo racy a través de la evaluación de modelos. El modelo óptimo, derivado a través de una serie de pasos, puede aplicarse a las FEMS en el futuro para permitir una gestión más eficiente de la energía en las fábricas de alimentos. (Lee, H et al., 2023).



Integración del sistema de gestión inteligente de la energía con Internet de las cosas y la computación en nube para una gestión eficiente de la demanda en redes inteligentes. Este artículo presenta un sistema de gestión inteligente de la energía para entornos inteligentes que integra el controlador de energía y el módulo de middleware IoT (internet de las cosas) para una gestión eficiente de la demanda. Cada dispositivo está conectado a un controlador de energía, que es la inculcación de numerosos sensores y actuadores con un IoT object, recoge los datos de consumo energético de cada dispositivo inteligente a través de varias franjas horarias que están diseñadas para optimizar el consumo energético de los sistemas de aire acondicionado en función de las condiciones de temperatura ambiente y la dinámica operativa de los edificios y, a continuación, los comunica a un módulo middleware centralizado (servidor en la nube) para su gestión, procesamiento y posterior análisis. Dado que los sistemas de aire acondicionado contribuyen en más del 50% al consumo de electricidad en Pakistán, para la validación del sistema propuesto se han tomado como prueba de concepto las unidades de aire acondicionado. (Saleem, M. 7et al., 2023)

Perfiles de consumo energético de edificios asistidos por Deep Learning utilizando datos de contadores inteligentes, este artículo propone un análisis del consumo de energía basado en agrupamientos para categorizar el uso de electricidad de los consumidores en diferentes niveles. Primero, se entrenó un codificador automático profundo que transfiere datos de consumo de energía de baja dimensión a representaciones de alto nivel. En segundo lugar, las representaciones de alto nivel se incorporaron a un algoritmo de agrupamiento de mapas autoorganizados adaptativos (SOM). Posteriormente, se establecieron los niveles de consumo de energía eléctrica realizando el análisis estadístico de los datos agrupados obtenidos. Finalmente, los resultados se visualizaron en gráficos y vistas de calendario, y los niveles previstos de consumo de energía se trazaron en el mapa de la ciudad, proporcionando una descripción general compacta a los proveedores para el análisis de la utilización de energía. (Ullah, A. et al., 2020)



Análisis comparativo para la predicción del consumo de electricidad de múltiples edificios de campus utilizando redes neuronales recurrentes profundas. En este artículo, propusimos ocho redes neuronales recurrentes profundas y comparamos su desempeño en la predicción del consumo máximo de electricidad para cada edificio del campus para seleccionar el mejor modelo. Además, aplicamos un enfoque de atención capaz de capturar patrones de secuencia larga y controlar el nivel de importancia de los estados de entrada. Los casos de prueba involucran tres edificios del campus en la ciudad de Incheon, Corea del Sur: un edificio de oficinas, un edificio de ciencias naturales y un edificio de educación general, cada uno con diferentes escalas y tendencias de consumo de electricidad. Los resultados del experimento demuestran la importancia de una selección precisa del modelo para mejorar la eficiencia energética de los edificios, ya que el rendimiento de ningún modelo domina en todos los edificios. Además, observamos que el enfoque de atención mejora efectivamente el rendimiento de predicción del consumo máximo de electricidad. (Lee, D. et al., 2023)

Marco de previsión energética a corto plazo utilizando un enfoque de aprendizaje profundo conjunto. En este artículo, proponemos un enfoque conjunto basado en el aprendizaje profundo para predecir y pronosticar la demanda y el consumo de energía mediante el uso de dependencias cronológicas. Nuestro sistema procesa inicialmente los datos, la limpieza, la normalización y la transformación para garantizar el rendimiento del modelo. Además, los datos de preprocesamiento se alimentan al modelo de conjunto propuesto para extraer características discriminativas híbridas mediante el uso de arquitecturas de red neuronal convolucional (CNN), apiladas y bidireccionales de memoria a largo plazo (LSTM). Entrenamos nuestro sistema propuesto sobre los datos históricos para pronosticar la demanda y el consumo de energía con un intervalo de tiempo diferente. En la técnica propuesta, utilizamos el concepto de aprendizaje activo basado en ventanas móviles para asegurar y mejorar el rendimiento de predicción del sistema. El sistema propuesto podría ser aplicable para emplear el consumo de energía en los sectores industrial y de construcción para demostrar su importancia y eficacia. Evaluamos el sistema propuesto utilizando conjuntos de datos de referencia, UCI residencial y edificios comerciales locales coreanos. (Mustaqeem Ishaq, M. & Ewon, S., 2023)

En el artículo reconocimiento inteligente de patrones eléctricos de consumo de electrodomésticos para la gestión de la energía doméstica mediante mediciones de alta resolución. Este trabajo propone un modelo para el reconocimiento de patrones de consumo energético en electrodomésticos. Los resultados de precisión en la identificación de patrones se obtienen en torno al 91% tras aplicar un método de retro propagación en una Red Neuronal Artificial en base temporal. (Intelligent Electrical Pattern Recognition_Luis Garcia (3) (1). (n.d.).)



3. Metodología

En la figura 1 se muestra la propuesta de metodología a utilizar para el desarrollo del proyecto.



Figura 1 Metodología a utilizar para el desarrollo del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2023

Fase (A)

Se realizará una investigación y análisis de la normativa en materia energía en México, específicamente en el sector industrial.

Fase (B)

Se diseñará un sistema para la adquisición de datos de medición de corriente/voltaje de cargas industriales para la generación una base datos de patrones eléctricos en un software.

Fase (C)

Se contempla el desarrollo de un algoritmo de inteligencia artificial, que nos permita realizar el tratamiento de datos y con esto monitorear parámetros de consumo eléctricos dentro del sector industrial.

Fase (D)

El sistema inteligente será implementado para su validación en una empresa industrial de la región.

Fase (E)

En esta etapa se realizará un análisis de los resultados de la implementación del sistema inteligente, y la implementación de mejoras.

4. Desarrollo

En la figura 2 se puede observar la propuesta de desarrollo en diagrama de bloques del proyecto.



Figura 2 Diagrama de bloques del proyecto.

Fuente: Elaboración propia, 2023

5. Conclusiones

En la actualidad los sistemas de medición de calidad de energía carecen de datos de patrones de consumo eléctrico del cliente, identificación de equipos conectados, distorsión armónica de demanda. Es por ello que se realizará un sistema inteligente aplicando inteligencia artificial que permita generar su medición y diagnóstico de los datos mencionados anteriormente con lo que el cliente podrá realizar acciones preventivas o correctivas permitientes para dar cumplimiento al código red que solicita la CRE (Comisión reguladora de energía), y con esto elevar el ahorro y eficiencia energética en las empresas, así como el cuidado del sistema eléctrico nacional.

6. Referencias

- o Flores, B., L. A., Cossío, R., M. D., y Salas, G., D. C. (2020). Naturaleza y alcance jurídico del Código de Red, en el sistema eléctrico mexicano. *EDUCATECONCIENCIA*, 26(27), 101–121. <https://doi.org/10.58299/edu.v26i27.263>
- o Lee, H., Kim, D., y Gu, J. H. (2023). Prediction of Food Factory Energy Consumption Using MLP and SVR Algorithms. *Energies*, 16(3). <https://doi.org/10.3390/en16031550>



- o Saleem, M. U., Shakir, M., Usman, M. R., Bajwa, M. H. T., Shabbir, N., Shams Ghafaroki, P., & Daniel, K. (2023). Integrating Smart Energy Management System with Internet of Things and Cloud Computing for Efficient Demand Side Management in Smart Grids. *Energies*, 16(12). <https://doi.org/10.3390/en16124835>
- o Ullah, A., Haydarov, K., Haq, I. U., Muhammad, K., Rho, S., Lee, M., & Baik, S. W. (2020). Deep learning assisted buildings energy consumption profiling using smart meter data. *Sensors (Switzerland)*, 20(3). <https://doi.org/10.3390/s20030873>
- o Lee, D., Kim, J., Kim, S., & Kim, K. (2023). Comparison Analysis for Electricity Consumption Prediction of Multiple Campus Buildings Using Deep Recurrent Neural Networks. *Energies*, 16(24). <https://doi.org/10.3390/en16248038>
- o Mustaqeem, Ishaq, M., & Kwon, S. (2021). Short-Term Energy Forecasting Framework Using an Ensemble Deep Learning Approach. *IEEE Access*, 9, 94262–94271. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3093053>
- o (S/f). Recuperado el 22 de mayo de 2024, de http://file:///C:/Users/User/Downloads/CRE_311221.pdf
- o Ulloa, V.,F., García, S.L., Carrizo, D. y Heredia,F.,V.(2022), "Intelligent electrical pattern recognition of appliances consumption for home energy management using high-resolution measurement," *IEEE Latin America Transactions*, vol. 20, no. 2, pp. 326–334, Feb. 2022.



Modelo de Gestión de Seguridad y Calidad en la Empresa DyCainox

Marín, Vargas-Jesús Martín¹, Alvarado, Tlaxca-Adabelle², Arroyo, Rosas-Alexis³, Mota, Minero-Guadalupe⁴, Muñoz, Ceballos-Jesús⁵, Ramírez, Macías-Jairo Uriel⁶, Sánchez, Mejía-Carmen Amanda⁷, Mujica, Moreno-Daniela Dolores⁸, Mendieta, Reyes-Jesús Fidel⁹

21. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21270100@smartin.tecnm.mx
22. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21270008@smartin.tecnm.mx
23. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21270077@smartin.tecnm.mx
24. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21270030@smartin.tecnm.mx
25. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21270083@smartin.tecnm.mx
26. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21270062@smartin.tecnm.mx
27. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, I21270017@smartin.tecnm.mx
28. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, danielamm@smartin.tecnm.mx
29. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx

Resumen: La implementación de sistemas en las organizaciones son de gran importancia y de gran impacto pues son implementaciones complejas que ataca distintos puntos para la resolución de problemas o simplemente para una mejora de la misma organización y aún más cuando se trata de sistemas integrales, es por ello que la propuesta para la implementación de un sistema integral de seguridad y salud en el trabajo y de calidad basado en las normas ISO 45001 y 9001 respectivamente significa un reto pero a la vez una contribución significativa para la organización DYCAINOX específicamente.

Para lo cual se realiza un diagnóstico en base a los requisitos de las normas para posteriormente diseñar un sistema con propuestas de implementación de distintas herramientas y metodologías para así dar cumplimiento con todos los requisitos de dichas normas antes mencionadas y así poder ser una organización acreedora de una certificación.

Palabras clave: Calidad, gestión, proceso, riesgo, seguridad, sistema.



Abstract: The implementation of systems in organizations is of great importance and of great impact since they are complex implementations that attack different points for the resolution of problems or simply for an improvement of the same organization and even more so when it comes to comprehensive systems, which is why that the proposal for the implementation of a comprehensive occupational health and safety and quality system based on ISO 45001 and 9001 standards respectively represents a challenge but at the same time a significant contribution for the DYCAINOX organization specifically.

For which a diagnosis is carried out based on the requirements of the standards to subsequently design a system with proposals for the implementation of different tools and methodologies in order to comply with all the requirements of said aforementioned standards and thus be able to be a creditor organization. a certification.

Keywords: Quality, management, process, risk, security, system.

1. Introducción

Hoy en día, las organizaciones enfrentan un entorno altamente competitivo y en constante evolución, lo que las lleva a establecer objetivos claros y metas ambiciosas, centradas en la mejora continua para asegurar su crecimiento y trascendencia. Esta mejora no solo implica optimizar procesos internos, sino también implementar estrategias que involucren a todas las áreas de la organización. Dentro de estas estrategias, la implementación de sistemas integrales es una buena propuesta pues están compuestos por distintos elementos para lograr un objetivo en común y este puede ser de gran interés y con beneficio para la organización, cumplimiento normativo y competitividad.

Los sistemas de gestión de calidad y los sistemas de seguridad y salud en el trabajo destacan como pilares fundamentales. Estas herramientas no solo promueven un entorno laboral seguro y saludable, sino que también contribuyen a mejorar la calidad de los productos o servicios ofrecidos, fortaleciendo así la posición de la empresa en el mercado. Concretamente, en el proyecto presentado, se propone la implementación de un sistema integral que combine un sistema de seguridad y salud en el trabajo basado en la norma ISO 45001 y un sistema de gestión de calidad conforme a la norma ISO 9001.

Este sistema integral pretende establecer estándares claros que permitan a la organización DYCAINOX cumplir con marcos legales aplicables, mejorar sus procesos internos y promover un entorno laboral seguro y eficiente, busca generar beneficios como la optimización de la comunicación y la documentación, la reducción de peligros y riesgos laborales, y la creación de planes de acción efectivos. Además, la implementación de este sistema abre la puerta a la posibilidad de obtener certificaciones internacionales, lo que incrementaría la competitividad de la empresa en el mercado, al mismo tiempo que fomenta su trascendencia como una organización comprometida con la excelencia y la sostenibilidad.



Para la correcta implementación de este sistema integral lo primero que se hace es realizar un diagnóstico de la organización sobre los requisitos de las normas que aplican para la empresa pues posteriormente a ello mediante la elaboración de una tabla de aplicabilidad se propone la implementación de herramientas y metodologías que se podrían aplicar en la organización para cumplir con cada uno de los requisitos establecidos en las normas ISO correspondientes.

Así mismo se genera una identificación de los procesos que existen en la organización y una identificación de las partes interesadas de la misma tanto internas como externas todo en un mapeo de procesos, pues se busca satisfacer a las partes interesadas para así poder tener calidad en productos o servicios que se ofrezcan.

De forma general es importante tener en conocimiento todos los requisitos de acuerdo a normativas aplicables en la organización para lo que también se consideró el documentar dicha información para su posterior implementación. Para ello se identificaron las normas aplicables basados en las normas NOM y se establecieron todos los requerimientos de las normas aplicables de acuerdo a la organización plasmados en un manual.

También se desarrollarán documentos clave, como un manual de políticas, una tabla de aplicabilidad y un plan de gestión, que establecerán procedimientos claros para garantizar la calidad y la seguridad. Asimismo, se evaluarán las estaciones de trabajo mediante un informe ergonómico detallado, acompañado de un plano rediseñado que optimice las condiciones laborales. Por último, se fortalecerán las competencias del personal mediante planes de capacitación y cursos especializados, asegurando que cuenten con las habilidades necesarias para operar bajo estándares internacionales. Esta estrategia integral busca mejorar procesos internos, promover un entorno laboral seguro y aumentar la competitividad de DYCAINOX.

2. Delimitación contextual

En la organización DYCAINOX se estableció que podría ser oportuno la implementación tanto de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo como un sistema de gestión de la calidad porque lo que se plantea la propuesta de implementación de un sistema integral.

DYCAINOX es una organización familiar creada en el año 2012 para satisfacer al máximo el mercado regional de la transformación del acero inoxidable, enfocándose a cumplir con las necesidades de los clientes, ofreciendo el mejor servicio, calidad y eficiencia en los proyectos en los cuales participa. Cuenta con amplia experiencia, reconocimiento, confianza y la satisfacción de sus clientes.



Sin embargo, para la documentación y el desarrollo de dicha propuesta se tuvieron algunas limitaciones tales como:

Recursos financieros: La disponibilidad limitada de fondos podría restringir la amplitud de las mejoras que se pueden implementar en un periodo corto, por lo que será necesario priorizar acciones críticas y asegurar una asignación eficiente de los recursos.

Tiempo: El tiempo limitado que se tiene implica que cada fase del proyecto desde el diagnóstico inicial hasta la capacitación y evaluación final deberá ser ejecutada con gran eficiencia para cumplir con los plazos.

Resistencia al cambio: Los empleados, especialmente aquellos con una larga trayectoria en la empresa, pueden sentir incertidumbre o temor ante los nuevos procedimientos, políticas y expectativas.

3. Metodología

Diseñar un sistema integral de gestión adaptado específicamente a las necesidades de una organización es una estrategia que puede resultar más compleja, pero a la vez más con mejores beneficios para la organización. Cada empresa posee características únicas, y DYCAINOX no es la excepción, por lo que contar con un sistema hecho a medida permite abordar de manera efectiva los riesgos, al mismo tiempo que garantiza estándares de calidad alineados con las expectativas del mercado y de sus clientes. Este enfoque personalizado asegura que las soluciones implementadas sean pertinentes, evitando controles innecesarios y maximizando la efectividad del sistema.

Un sistema estándar o preestablecido puede incluir elementos que no sean aplicables a las actividades específicas de la empresa, lo que incrementa la complejidad y los costos operativos. En cambio, un sistema diseñado según las necesidades de DYCAINOX permite optimizar recursos, esto se traduce en una operación más eficiente destinado a la seguridad, salud y calidad para que así se cumplan objetivos comunes, como la reducción de riesgos, el incremento de la productividad y la satisfacción del cliente.

Específicamente se trabajó en una tabla de aplicabilidad en donde se plasman las herramientas que se pudieron implementar, así como las que la organización pueda implementar en un futuro para cumplir con los requisitos establecidos y que apliquen en la organización con las normas.

4. Desarrollo

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y comprender como interactúan los procesos dentro de la organización, se desarrolló el mapa de procesos actual reuniendo información detallada sobre los procesos actuales, mediante la observación directa.



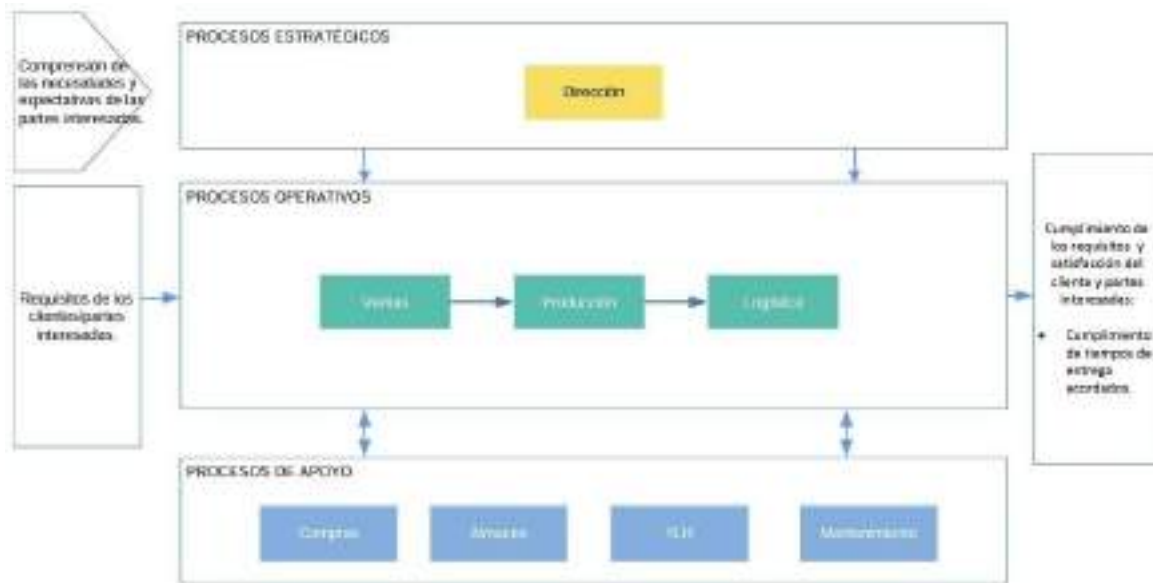


Figura 1. Mapa de procesos actual.

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó una propuesta de mapa de procesos, figura 1, en donde se incorporaron mejoras para estandarizar los flujos de trabajo en la empresa. Se establecieron las entradas y salidas clave que se alinean con los objetivos estratégicos de la empresa. (IBM,2021).

Informe de análisis de condiciones laborales.

En primer lugar, con ayuda de una herramienta de identificación de normas Pass se realizó un diagnóstico exhaustivo de las condiciones laborales de la empresa, tomando como base los lineamientos establecidos por las normas aplicables, con el propósito de identificar el nivel de cumplimiento y detectar áreas de mejora.

El primer paso consistió en diseñar una lista de verificación que incluyera aspectos relacionados con la seguridad, salud, ergonomía y riesgos laborales, para garantizar un análisis más detallado. Posteriormente, se llevó a cabo una visita al centro de trabajo donde se verificaron las condiciones laborales documentadas en la lista de verificación. Durante esta etapa, se realizaron observaciones directas, y se aplicaron entrevistas al personal para obtener información más precisa y complementaria. Finalmente, con los resultados obtenidos, se elaboró un análisis detallado en el que se identificaron incumplimientos y se propusieron oportunidades de mejora, proporcionando recomendaciones concretas para optimizar las condiciones laborales en la empresa.

Manual de calidad

Se realizó un manual de calidad para poder identificar los requisitos de la norma ISO 9001:2015 en relación con la empresa y así poder dar cumplimiento posteriormente. Sirviendo como una referencia a cada uno de los capítulos además de ilustrando los procesos que se encuentran en la empresa. Universidad Tecnológica de Culiacán (2018).

Manual de seguridad

Para la gestión de riesgos en primer lugar, se aplicó una matriz de evaluación de riesgos, figura 2, donde se señalan las actividades, peligros, riesgos, incidentes y el tratamiento que se les puede dar. (Rojas,2016).

ANÁLISIS DE RIESGOS 2024

Fecha: 25 de Abril de 2024

IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS							CLASIFICACIÓN		EVALUACIÓN				Estrategia
DETERMINACIÓN DE LOS RIESGOS							Evaluación de Riesgo		Evaluación de Riesgo				
	Descripción del riesgo	¿Qué puede suceder?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿A quién? Puede suceder	Impacto en la Operación, Proceso o Personas (Consecuencia)	Probabilidad (P)	Gravedad (S)	Valor de riesgo (R)	Valor de riesgo (R)	Valor de riesgo (R)	Valor de riesgo (R)	
DESBASTE	Obstrucción de pasillos	Que existan accidentes como caídas, tropiezos	Por los materiales que puedan interferir con el paso del personal	En áreas transitadas como pasillos, escaleras y rutas de evacuación	Todas las áreas de la organización	A la Organización	Propietarios, Empleados y Clientes.	3	3	9		X	Tener buena organización para la limpieza de la empresa
	Deficiencia en la instalación eléctrica	Accidentes y fallas en toda la instalación eléctrica	No cuenta con mantenimiento adecuado	En las instalaciones eléctricas de la empresa	Todas las áreas de la organización	A la Organización	A toda la organización	2	2	4		X	Dar mantenimiento a la instalación eléctrica
	Falta de señalizaciones	Accidentes y falta de precaución	Por realizar acciones indebidas	Todas las áreas de la organización	Todas las áreas de la organización	A la Organización	A toda la organización	2	3	6		X	Colocar las señalizaciones de acuerdo a la NOM-003-STPS-2011
	Extintores en el lugar inapropiado	Mala respuesta ante un incendio	Falta de identificación del lugar de extintores	Todas las áreas de la organización	Todas las áreas de la organización	A la Organización	A toda la organización	3	3	9		X	Colocar los extintores de acuerdo a la NOM-002-STPS-2010
	Desconocer el contenido de los recipientes.	Darle un mal uso e incluso ingerir sustancias dañinas	Recipientes mal identificados	Todas las áreas de la organización	Todas las áreas de la organización	A la Organización	Propietarios y Empleados	2	3	6		X	Uso de etiquetas de para identificar sustancias.
	Mala gestión del residuo de materiales	Obstrucción de espacios para realizar los labores de los trabajadores	Por pereza al realizar esa actividad	Operaciones	Operaciones	Operacional	Propietarios y Empleados	2	2	4	X		Clasificar materiales en el lugar adecuado.
	Pisos húmedos	Accidentes como caídas, resbalones y fallas en la maquinaria	Falta de mantenimiento en el alcantarillado	Operaciones	Operaciones	Operacional	Propietarios, Empleados y Clientes.	3	2	6			Señalizaciones basadas en la Nom-005-STPS-2008
	Malas condiciones de las escalera	Accidentes como caídas y resbalones	Por falta de mantenimiento en las escaleras y barandales.	Todas las áreas de la organización	Al área de RH	A la Organización	Propietarios, Empleados y Clientes.	2	3	6		X	Colocar antiderrapantes

Figura 2. Análisis de riesgos.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente a través de la revisión de la normativa legal y estándares de seguridad e higiene se realizó procedimientos detallados que aborden los riesgos identificados los cuales se plasmaron en un manual que contiene 18 normas de la secretaria de Trabajo y Prevención Social. Universidad ISASIT (2022).

Plano rediseñado

Primero se obtuvo el plano con las condiciones actuales que presenta la empresa.

Se identificaron las áreas de oportunidades con inspecciones de campo, para tener una visión más clara en el entorno de la organización.

Una vez identificadas las zonas, se procede a hacer evaluaciones ergonómicas en las áreas de trabajo. Con los datos recabados, se realiza la propuesta de plano utilizando software de diseño especializado (AutoCad). (Benitez,2023)

DNC



El Diagnóstico de Necesidades de Capacitación (DNC) desarrollado en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo y de la calidad es un proceso estratégico diseñado para identificar las brechas de conocimientos, habilidades y actitudes del personal en estas áreas clave. Este diagnóstico busca garantizar que los trabajadores cuenten con las competencias necesarias para prevenir riesgos, cumplir con las normativas aplicables y asegurar estándares de calidad en los procesos y productos de la organización.

Para la aplicación del DNC como primera instancia se desarrolló un formato, figura 3, de para detectar los conocimientos de los integrantes de la organización dividido en cuatro secciones específicas referentes a requisitos de las normas las cuales son equipo de protección personal, señaléticas, uso de extintores y calidad. (Barquera,2021)

Número de trabajador:		Nombre:		
Puesto que desempeña:		Correo electrónico:		
Mencione artículos de equipo de protección personal que considere fundamentales en la empresa:				
Competencias	Nivel de desempeño			
	Excelente (100%-85%)	Bueno (85%-65%)	Regular (60%-35%)	Deficiente (1-25%)
Conocimiento de los tipos de EPP: El individuo puede identificar los diferentes tipos de equipo de protección personal necesarios para su función laboral específica.	11	20	5	
Comprensión de la función y uso adecuado del EPP: El individuo comprende la función de cada tipo de EPP y cuándo y cómo debe utilizarse correctamente.	8	19	9	
Identificación de riesgos laborales: El individuo puede identificar los riesgos laborales asociados con su trabajo y los tipos de EPP necesarios para mitigar esos riesgos.	7	17	7	5
Capacidad para inspeccionar y mantener el EPP: El individuo puede realizar inspecciones visuales básicas del EPP para garantizar que está en buenas condiciones y listo para su uso, así como si comprende la importancia de mantener y almacenar adecuadamente el equipo.	4	16	10	6
Habilidades de colocación y ajuste del EPP: El individuo puede colocarse y ajustar correctamente el equipo de protección personal para garantizar un ajuste adecuado y una protección efectiva.	18	15	7	
Cumplimiento con las políticas de seguridad: El individuo sigue las políticas y procedimientos establecidos relacionados con el uso del EPP en el lugar de trabajo.	6	22	8	
Identificación de áreas de mejora: El individuo puede identificar áreas específicas en las que necesita mejorar su conocimiento o práctica en relación con el equipo de protección personal.	5	8	12	11

Figura 3. DNC de EPP aplicado a los integrantes de la organización.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez aplicado a cada uno de los integrantes de la organización se registran los datos obtenidos para poder realizar la interpretación de los resultados mediante datos duros y de forma visual expresada en unas gráficas. (Barquera,2021)

Definición de objetivos estratégicos y KPI'S

Definir los objetivos estratégicos y KPI's es un proceso para mejorar la productividad de la organización, se desarrolló objetivos estratégicos KPI's, revisando la misión visión y los valores de la organización asegurándose que estos estén actualizados.

Fortalezas	Debilidades
Los materiales son de alta calidad.	La empresa no proporciona el equipo de protección personal a todos los trabajadores.
Motivación a los trabajadores por parte de altos mandos.	No todos los trabajadores están capacitados para ejercer sus actividades.
Integración de nuevas tecnologías y maquinarias.	Variedad en la calidad del producto.
Inversión en infraestructura.	Falta de un programa de mantenimiento preventivo.
Fomentar una cultura de seguridad en el trabajo.	Falta de señaléticas.
	Mal distribución de instalaciones.
	Falta de protocolos de emergencia.
Oportunidades	Amenazas
Expansión del mercado hacia otros estados del país.	La ubicación donde se encuentra la empresa es una zona insegura.
Desarrollo de productos personalizados.	Dependencia a clientes potenciales.
Posibilidad de certificaciones para la adquisición de nuevos clientes.	Repercusiones legales por falta de seguro médico para los trabajadores.

Figura 4. FODA aplicado a la organización.

Fuente: Elaboración propia.

Después se realizó un análisis FODA, figura 4, en donde se identificaron las fortalezas, oportunidades y amenazas ayudando a determinar las áreas de oportunidad para desarrollar objetivos viables. Posteriormente se determinaron las áreas clave las cuales fueron Satisfacción del cliente, seguridad, calidad y rentabilidad de la empresa y una vez establecidas, se desarrollaron los objetivos SMART verificando que sean específicos, medibles, alcanzables y relevantes.

Con los KPI's, figura 5, se busca medir el progreso que se quiere en los objetivos estratégicos, cada uno tiene que ser relevante para establecer metas específicas para los mismos KPI's buscando la mejora de cada una de las prioridades. Instituto Europeo de Posgrado (2023)



No.	Objetivos			
	Satisfacción del cliente:	Seguridad:	Calidad:	Rentabilidad:
1	Garantizar el 90% de la Satisfacción de nuestros clientes y partes interesadas durante el primer semestre del 2025, atendiendo sus quejas y sugerencias en tiempo y forma cumpliendo requisitos normativos y legales.	Mantener por debajo del 0.10% el índice de siniestros con responsabilidad de manera mensual de acuerdo a lo señalado en el análisis de riesgos, brindando así una mayor Seguridad hacia nuestros colaboradores y partes interesadas durante el servicio.	Obtener la certificación ISO 9001 en un plazo de 12 meses, asegurando el cumplimiento del 90% de los requisitos normativos mediante la implementación de procesos documentados, auditorías internas y capacitación del personal clave.	Lograr mensualmente al menos el 85% del factor de rentabilidad definido en el CMI, respetando el presupuesto asignado. Esto implica optimizar el uso de recursos para cumplir con los objetivos financieros de la organización.
2		Obtener la certificación ISO 45001 en un plazo de 12 meses, asegurando el cumplimiento del 90% de los requisitos normativos mediante la implementación de procesos documentados, auditorías internas y capacitación del personal clave.		

Figura 5. Establecimiento de KPI'S.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

La implementación de un sistema integral basado en las normas ISO 45001 e ISO 9001 representa una estrategia clave para que DYCAINOX alcance altos estándares de calidad, seguridad y competitividad. Este enfoque no solo facilita el cumplimiento normativo y la optimización de procesos internos, sino que también posiciona a la empresa con una excelencia operativa y sostenibilidad.

Mediante un diagnóstico detallado, la identificación de procesos clave, el mapeo de partes interesadas y la documentación sistemática de requisitos normativos, la organización podrá establecer bases sólidas para su gestión. Además, las acciones propuestas, como la elaboración de manuales, la rediseñada ergonomía laboral y la capacitación especializada, aseguran que el personal cuente con las herramientas necesarias para operar de manera efectiva bajo estándares internacionales.

Este proyecto no solo busca fortalecer el desempeño interno de DYCAINOX, sino también garantizar un entorno de trabajo seguro y eficiente, incrementando la confianza de las partes interesadas y consolidando su ventaja competitiva en un mercado en constante evolución.



6. Referencias

- o Calidad 3.a edición. (2019). Google Books. https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=sjqlDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=calidad&ots=GUO5KnV5st&sig=94lMoMXoKB4_YlgNw1v3QVZjunU#v=onepage&q&f=false
- o CETYS Educación. (2021, agosto 14). ¿Cuáles son los factores de riesgos ergonómicos? CETYS Educación Continua. <https://www.cetys.mx/educon/cuales-son-los-factores-de-riesgos-ergonomicos/>
- o Domínguez, J. C. B. (2023, febrero 27). ¿Qué es “Lay Out” y su importancia? Linkedin.com. <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-lay-out-y-su-importancia-julio-c%C3%A9sar-ben%C3%ADtez-dom%C3%ADnguez/>
- o Domínguez, J. C. B. (2023, febrero 27). ¿Qué es “Lay Out” y su importancia? Linkedin.com. <https://www.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-lay-out-y-su-importancia-julio-c%C3%A9sar-ben%C3%ADtez-dom%C3%ADnguez/>
- o Gómez O, Miriam. (2015). Brigadas de protección civil. <http://ri.uaemex.mx/oca/view/20.500.11799/35161/1/secme-21630.pdf>
- o IBM. (2021). Process Mapping. Ibm.com. <https://www.ibm.com/mx-es/topics/process-mapping>
- o IDESAA. (s. f.). *La importancia de realizar un acertado diagnóstico de necesidades de capacitación*. Recuperado de <https://idesaa.edu.mx/blog/la-importancia-de-realizar-un-acertado-diagnostico-de-necesidades-de-capacitacion/>
- o Instituto Europeo de Posgrado. (2023, octubre 2). ¿Qué son las KPI's? Características y ejemplos. Instituto Europeo de Posgrado. <https://iep.edu.es/que-son-kpis-ejemplos-caracteristicas/>
- o Magno, S., R. (2016) 2528-7907-rsan-1-46-00212-libre.pdf
- o Pantoja R.,J. P. (2017). Riesgos laborales en las empresas . https://www.researchgate.net/profile/Teresa-Aviles-2/publication/335678198_Riesgos_laborales_en_las_empresas/links/5df92b8e299bf10bc3634a47/Riesgos-laborales-en-las-empresas.pdf.
- o TecNM Culiacán (2016). Requisitos para brigadistas <https://www.culiacan.tecnm.mx/wp-content/uploads/2016/09/REQUISITOS-PARA-BRIGADISTAS.pdf>
- o Torruella, J. I. (2020). Equipos de protección individual para el cuerpo frente a agentes biológicos en trabajadores sanitarios. Archivos de Prevención de Riesgos Laborales, 23(3), 366-374. <https://doi.org/10.12961/apr.2020.23.03.07>



- o Universidad ISASIT (2022). ¿Qué es un procedimiento de seguridad?
<https://www.isasit.edu.mx/?qs=blog-post&post=18>
- o Universidad Tecnológica de Culiacán (2018). <https://utculiacan.edu.mx/wp-content/uploads/2018/11/MANUAL-DE-CALIDAD.pdf>
- o Zavala C., Flor N. (2020). La gestión de la calidad y el servicio al cliente como factor de competitividad en las empresas de servicios.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7539687.pdf>



Mystery Shopper: Evaluando la Calidad en la Industria de Iluminación

Melendrez, Rojas-Jesús Aurelio ¹, Lugo, Rubio-Graciela ², y Alzate, Espinoza-Juan Héctor³

30. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, jesus.mr@guasave.tecnm.mx
31. División de Ciencias Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, graciela.lr@guasave.tecnm.mx
32. División de Ciencias Mecánicas, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, juan.ae@guasave.tecnm.mx

Resumen: Se analiza cómo Evolux, una empresa de iluminación ubicada en Guasave, Sinaloa, puede mejorar la experiencia de sus clientes mediante la metodología del Mystery Shopper. Se observaron interacciones reales entre el personal y los clientes, identificando problemas como tiempos de espera prolongados y falta de atención personalizada. A partir de estos hallazgos, se diseñaron procesos más claros y capacitaciones enfocadas en mejorar tanto las habilidades técnicas como el trato humano del equipo. Estas acciones buscan optimizar cada interacción, fortalecer la confianza de los clientes y posicionar a Evolux como una empresa cercana y profesional en el sector de la iluminación.

Palabras clave: Atención al cliente, capacitación, experiencia del cliente, mystery shopper, procesos estandarizados.

Abstract: This essay analyzes how Evolux, a lighting company based in Guasave, Sinaloa, can enhance its customer experience through the Mystery Shopper methodology. Real interactions between staff and customers were observed, identifying issues such as long waiting times and a lack of personalized attention. Based on these findings, clearer processes and training programs were designed to improve both technical skills and the human approach of the team. These actions aim to optimize each interaction, strengthen customer trust, and position Evolux as a reliable and professional company in the lighting sector.

Keywords: Customer service, training, customer experience, mystery shopper, standardized processes.



1. Introducción

La calidad del servicio al cliente es un elemento fundamental para construir confianza y lealtad en el sector de la iluminación, especialmente en mercados competitivos como el de Evolux, una empresa ubicada en Guasave, Sinaloa (Gómez, 2020). Sin embargo, la falta de procesos estandarizados en la atención al cliente ha ocasionado inconsistencias que afectan la percepción de sus consumidores. Herramientas como el Mystery Shopper se han utilizado con éxito en diversas industrias para evaluar y mejorar la experiencia del cliente, proporcionando datos objetivos y prácticos sobre la calidad del servicio (González, 2002). Además, el uso de estándares internacionales como la norma ISO 9001:2015 refuerza la importancia de estructurar procesos replicables para garantizar una atención al cliente eficiente (Pinedo et al., 2022).

El objetivo de este ensayo es analizar las dinámicas de atención al cliente en las sucursales de Evolux mediante la metodología del Mystery Shopper, con el propósito de identificar áreas de mejora y sugerir acciones que optimicen el servicio. Este trabajo busca aportar al conocimiento de prácticas innovadoras en el sector de la iluminación, destacando su relevancia en el fortalecimiento de la relación empresa-cliente.

2. Delimitación contextual

Este estudio se desarrolló en Evolux, enfocándose en su sucursal de Guasave, Sinaloa. Evolux es una empresa dedicada a la iluminación con una destacada presencia en el noroeste de México. Aunque cuenta con una trayectoria sólida, enfrenta retos importantes relacionados con la calidad de su atención al cliente, un aspecto crucial para fortalecer la confianza y lealtad de sus consumidores. En esta sucursal se identificaron problemas como tiempos de espera prolongados, inconsistencias en el servicio y falta de capacitación del personal, desafíos que limitan la satisfacción de los clientes y afectan la competitividad de la empresa (Gómez, 2020).

Para abordar estas dificultades, se utilizó la metodología del Mystery Shopper, una herramienta reconocida por su capacidad para analizar de manera objetiva la experiencia del cliente (González, 2002; Silva, 2021). Este método permitió observar de cerca las interacciones entre clientes y empleados, evaluando aspectos clave como el trato recibido, el conocimiento técnico del personal y la habilidad para ofrecer recomendaciones adecuadas. Además, el trabajo incorporó lineamientos de calidad basados en la norma ISO 9001:2015, que promueven la mejora continua y la estandarización del servicio (Pinedo et al., 2022).

A pesar de las limitaciones inherentes al uso de evaluadores encubiertos, como la posible subjetividad en las observaciones, el diseño de herramientas estandarizadas ayudó a garantizar la precisión de los datos recopilados. Este estudio no solo ofrece soluciones prácticas y específicas para mejorar los procesos en la sucursal de Guasave, sino que también sirve como modelo para otras empresas del sector. Con ello, se busca fortalecer la relación empresa-consumidor y posicionar a Evolux como un referente competitivo en la industria de la iluminación, destacando la importancia de un servicio cálido y profesional en la experiencia del cliente.



3. Metodología

Este estudio se realizó con el propósito de entender, de manera cercana y detallada, cómo se percibe la calidad del servicio en la sucursal de Evolux en Guasave, Sinaloa. Para ello, se utilizó la metodología del Mystery Shopper, una herramienta práctica que permitió observar las interacciones entre los clientes y el personal como si fueran parte del día a día, buscando identificar tanto lo que se hace bien como aquello que necesita mejorar.

El primer paso fue diseñar un formato sencillo y claro que guiara a los evaluadores encubiertos durante sus visitas. Este formato incluía aspectos clave como la amabilidad del saludo, la capacidad para entender las necesidades de los clientes, la habilidad de ofrecer recomendaciones útiles y la sugerencia de productos adicionales. Su diseño buscó ser accesible y práctico, para que la información recopilada fuera consistente y fácil de analizar. En la Tabla 1, se presenta el diseño del formato utilizado.

Tabla 1. Formato de Cliente Misterioso

Indicador	Sí	No	Observaciones
¿El colaborador lo saludó amablemente?			
¿Se le preguntó qué tipo de instalación desea?			
¿Se le sugirió qué productos utilizar?			
¿Se le dio una recomendación técnica adecuada?			
¿El colaborador ofreció productos complementarios?			

Fuente: Elaboración propia

Las visitas encubiertas fueron realizadas por evaluadores que actuaron como clientes comunes. Estas visitas se programaron en diferentes horarios y días, con el fin de captar una visión más completa de cómo se brinda el servicio en distintas circunstancias. Durante cada interacción, los evaluadores registraron sus observaciones en tiempo real en el formato diseñado, permitiendo documentar los detalles de forma natural y precisa.

Se eligió esta metodología porque ofrece una forma auténtica de entender cómo los clientes experimentan el servicio, respaldada además por estudios previos que avalan su efectividad (González, 2002; Silva, 2021). Aunque se reconoció que las percepciones de los evaluadores podían introducir un grado de subjetividad, esto se mitigó mediante su preparación previa y el uso de formatos estandarizados que garantizaron un enfoque estructurado y objetivo.

Al finalizar, toda la información recopilada se organizó cuidadosamente, permitiendo identificar patrones y áreas específicas para trabajar en la mejora del servicio. Este enfoque no solo ofreció una mirada honesta y cercana al funcionamiento del servicio al cliente, sino que también dejó una base clara para replicar este análisis en el futuro, tanto en Evolux como en otras empresas con contextos similares.



4. Desarrollo

El estudio realizado en la sucursal de Evolux en Guasave, Sinaloa, permitió analizar detalladamente la calidad del servicio al cliente a través de la metodología del Mystery Shopper. Los datos recopilados durante las visitas encubiertas, registrados en el formato diseñado (ver Tabla 1), se organizaron y analizaron para identificar patrones y áreas prioritarias de mejora en la atención al cliente.

Los resultados obtenidos revelaron que el 70% de las interacciones fueron evaluadas positivamente en términos de amabilidad al saludar, mientras que el 30% reflejó deficiencias en este aspecto. Respecto a la identificación de necesidades del cliente, el 60% de los casos fueron satisfactorios, aunque el 40% mostró oportunidades de mejora. En cuanto a las recomendaciones técnicas, solo el 50% de las interacciones cumplió con las expectativas, evidenciando una necesidad importante de reforzar las competencias técnicas del personal. Por último, la sugerencia de productos complementarios se realizó de forma adecuada en el 55% de los casos, dejando un margen significativo para mejorar. Estos datos se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Formato de Cliente Misterioso

Indicador	Evaluación positiva (%)	Evaluación negativa (%)
Amabilidad al saludar	70	30
Identificación de necesidades	60	40
Recomendaciones técnicas adecuadas	50	50
Sugerencia de productos complementarios	55	45

Fuente: Elaboración propia



Para complementar la interpretación de estos resultados, la Figura 1 presenta una representación gráfica que compara las evaluaciones positivas y negativas de cada indicador. Esta visualización permite identificar con claridad las áreas que requieren mayor atención y enfatiza la importancia de reforzar las habilidades del personal.

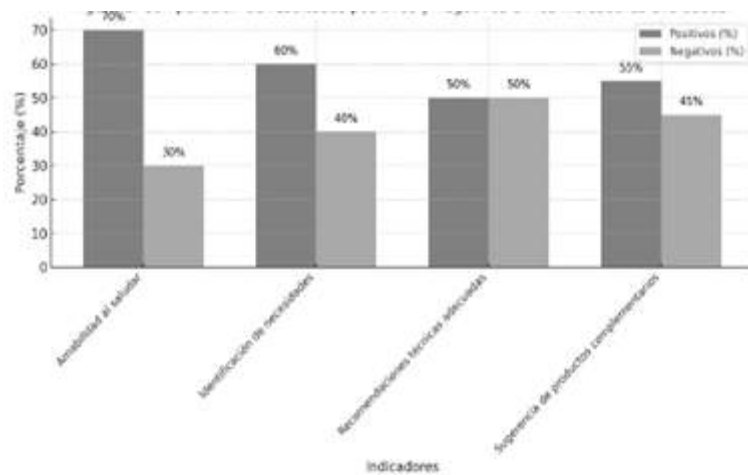


Figura 1. Comparación de resultados positivos y negativos en indicadores evaluados.

Fuente: Elaboración propia

Además de los resultados cuantitativos, se documentaron observaciones adicionales que aportaron una perspectiva más rica sobre las interacciones evaluadas. Por ejemplo, algunos evaluadores señalaron que en ciertos casos el personal no estaba familiarizado con los aspectos técnicos de los productos, lo que generó inseguridad en las recomendaciones ofrecidas. Este hallazgo subraya la necesidad de implementar capacitaciones específicas para mejorar el conocimiento técnico del equipo. Aunque el Mystery Shopper es una metodología consolidada (González, 2002; Silva, 2021), este estudio la adaptó al contexto de Evolux, integrando indicadores específicos del sector de iluminación. Estas adaptaciones incluyeron un diseño práctico del formato de evaluación y la capacitación de los evaluadores, quienes fueron preparados para actuar como clientes habituales y registrar de forma objetiva las interacciones.

El análisis detallado de los resultados permitió no solo identificar deficiencias, sino también proponer estrategias concretas para mejorar la experiencia del cliente. Estas estrategias incluyen capacitaciones técnicas para el personal, talleres de habilidades interpersonales y la estandarización de procesos clave en la atención al cliente. Este enfoque no solo contribuye a mejorar la competitividad de Evolux, sino que también proporciona un modelo replicable para otras empresas en contextos similares.

5. Conclusiones

Este estudio nos permitió conocer de manera cercana y detallada la experiencia de los clientes en la sucursal de Evolux en Guasave, Sinaloa, a través de la metodología Mystery Shopper. Si bien el personal mostró amabilidad y disposición en las interacciones, quedó claro que es necesario reforzar su conocimiento técnico y mejorar su capacidad para identificar y responder a las necesidades específicas de los clientes. La calidad en el servicio no solo resuelve un proceso, también construye confianza y lealtad, aspectos esenciales para que el cliente se sienta valorado y prefiera quedarse en lugar de buscar otras opciones.

Los resultados no solo benefician a Evolux; herramientas como el Mystery Shopper pueden ser útiles para cualquier empresa que busque comprender mejor lo que viven sus clientes y así implementar mejoras reales. En este caso, enfocarse en la formación continua del personal y dar seguimiento a las acciones implementadas ayudará a medir el impacto de los cambios. Ampliar este análisis a otras sucursales y explorar cómo la tecnología puede optimizar el servicio también representa un paso importante hacia una mejor experiencia del cliente.

Evolux tiene en sus manos una gran oportunidad: con pequeños ajustes y un enfoque auténtico en lo que realmente importa a sus clientes, puede fortalecer sus relaciones, consolidar su reputación y marcar una diferencia significativa en su sector.



6. Referencias

- o Cadena, A., & Rodríguez, G. (2022). El Sistema de Gestión de Calidad y su relación con la innovación. *Revista de Ciencias Económicas y Administrativas*, 9(1), 217-234.
- o Gómez, L. (2020). Estándares de servicio al cliente y su impacto en la lealtad del consumidor. Editorial Académica.
- o González, P. (2002). Mystery Shopping: herramienta para la mejora de la calidad de servicio al cliente. *Forum Calidad*, 14(130), 40-45. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=243158>
- o Hernández, L., & Rojas, T. (2023). Estrategias de CRM para la fidelización de clientes: Caso Figaimsa. *Revista Mapa*, 1(1). Recuperado de <https://revistamapa.org/index.php/es/article/view/237>
- o Martínez, R., & Pérez, S. (2019). Mystery Shopper: Metodología y aplicaciones en la evaluación de servicios. *Revista de Investigación en Marketing*, 12(3), 45-60.
- o Pinedo, A. G., Sánchez, M. A., Valles, M. A., Navarro, J. C., & Pinedo, L. (2022). Sistema de Gestión de la Calidad basado en ISO 9001:2015 y su influencia en la satisfacción de los servicios de una empresa automotriz peruana. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 16(32), 16-30. Recuperado de https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/3299/Delgado_Bauza_Diana.pdf
- o Silva, D. (2021). Mystery shopper: Qué es, ejemplos 2024. *Guía del Empresario*. Recuperado de <https://www.sistemaimpulsacom/blog/conoce-como-implementar-la-tecnica-del-cliente-misterioso-mystery-shopper/>
- o Silva-Treviño, J. G., Macías-Hernández, B. A., Tello-Leal, E., & Delgado-Rivas, J. G. (2021). La relación entre la calidad en el servicio, satisfacción del cliente y lealtad del cliente: un estudio de caso de una empresa comercial en México. *CienciaUAT*, 15(2), 85-100.



Optimización de Inventarios Mediante el Método ABC y Conteo Cíclico en Empresas de Iluminación comercial y decorativa

Melendrez, Rojas-Jesús Aurelio¹; Saucedo, López-Emilia Estefana ², y Báez, Hernández-Grace Erandy³

33. División de ciencias industriales, Tecnológico Nacional de México / ITSG, jesus.mr@guasave.tecnm.mx.

34. División de ciencias industriales, Tecnológico Nacional de México / ITSG, emilia.sl@guasave.tecnm.mx.

35. División de ciencias industriales, Tecnológico Nacional de México / ITSG, grace.bh@guasave.tecnm.mx.

Resumen: El presente estudio analiza la implementación del método de inventarios ABC combinado con conteo cíclico para mejorar la gestión de materiales en el almacén de producto terminado en una empresa de iluminación. El sistema clasifica los productos en categorías A, B y C, según su impacto financiero y frecuencia de movimiento, lo que permite priorizar los recursos de manera estratégica. La investigación demuestra que este enfoque optimiza la administración de inventarios, reduciendo los costos de manipulación y mejorando la eficiencia operativa general. Además, la aplicación del método ABC promueve la organización, limpieza y seguridad del almacén, creando un entorno laboral más eficiente y seguro. Integrar el conteo cíclico garantiza un monitoreo continuo, fortaleciendo la precisión de los registros y evitando desabastos. Este caso destaca cómo una estrategia bien estructurada transforma no sólo los procesos de inventario, sino también el desempeño global de las empresas de iluminación.

Palabras clave: Conteo cíclico; Gestión de materiales; Método ABC; Optimización de inventarios.

Abstract: This study analyzes the implementation of the ABC inventory method combined with cyclic counting to improve materials management in the finished product warehouse of a lighting company. The system classifies products into A, B and C categories, according to their financial impact and frequency of movement, which allows prioritizing resources strategically. The research shows that this approach optimizes inventory management, reducing handling costs and improving overall operational efficiency. In addition, the application of the ABC method promotes warehouse organization, cleanliness and safety, creating a more efficient and safer work environment. Integrating cycle counting ensures continuous monitoring, strengthening the accuracy of records and avoiding stock-outs. This case highlights how a well-structured strategy transforms not only inventory processes, but also the overall performance of lighting companies.

Keywords: Cycle counting; Materials management; ABC method; Inventory optimization.



1. Introducción

La gestión eficiente de inventarios constituye un pilar fundamental en las operaciones logísticas de cualquier organización, en particular para aquellas empresas que dependen de un flujo constante de materiales y productos terminados, como es el caso de las empresas de iluminación. En este contexto, las técnicas de optimización de inventarios, como el método ABC, han ganado relevancia debido a su capacidad para identificar y priorizar los recursos críticos que impactan de manera significativa en el rendimiento financiero y operativo de las organizaciones. Este trabajo, titulado “Optimización de Inventarios Mediante el Método ABC y Conteo Cíclico en Empresas de Iluminación”, explora el uso combinado de estas herramientas como una estrategia para mejorar la eficiencia y reducir los costos en la administración de almacenes. Según Pacheco (2019) asegura que con una adecuada gestión de inventarios resulta fundamental para las empresas, ya que les proporciona un control preciso sobre el volumen de ventas o salidas de existencias, permitiendo esto determinar con exactitud las cantidades necesarias a solicitar a los proveedores, asegurando así la continuidad del proceso.

7. Sustento teórico

La optimización de inventarios es un aspecto crucial en la gestión empresarial, particularmente en empresas de iluminación donde la variedad de productos y el dinamismo del mercado demandan una administración eficiente. En este contexto, el método ABC y el conteo cíclico surgen como herramientas fundamentales para alcanzar un control adecuado y mejorar la toma de decisiones.

Método ABC

El método ABC clasifica los inventarios en tres categorías basándose en su valor y nivel de importancia, lo que permite priorizar los recursos y esfuerzos en los artículos de mayor impacto. De acuerdo con Aarón y Vargas (2013), este método facilita la identificación de los productos clave que generan el mayor valor económico para la empresa, mejorando así la eficiencia operativa y la planificación de recursos.

En su aplicación, el análisis ABC no solo apoya la reducción de costos asociados al almacenamiento, sino que también contribuye a optimizar la cadena de suministro. Acosta, Resendiz y Lozano (2019) destacan que esta clasificación permite segmentar los productos con base en su contribución al volumen total de ventas, ayudando a determinar estrategias específicas para cada grupo.

Optimización de inventarios y gestión de materiales



La optimización de inventarios y la gestión eficiente de materiales son procesos clave para garantizar la disponibilidad de productos, reducir costos y mejorar la eficiencia operativa en las empresas. El control adecuado de los inventarios contribuye a la rentabilidad al minimizar los costos asociados al almacenamiento y evitar rupturas de stock (Corella-Parra & Olea-Miranda, 2023). En este sentido, la optimización de inventarios no solo busca reducir los costos, sino también asegurar que los recursos estén disponibles cuando se necesitan, mejorando así la satisfacción del cliente y la eficiencia del sistema logístico (Veloz-Navarrete & Parada-Gutiérrez, 2017).

Según Paredes-Rodríguez et al. (2019) El control de inventarios se ha convertido en uno de los temas más trabajados en la academia en colaboración con la industria debido a la alta representación que tienen los costos de almacenamiento de producto y los costos asociados a las ventas perdidas por no tener la disponibilidad del producto a la hora de la demanda.

Un sistema eficiente de gestión de inventarios incluye herramientas y métodos que permiten la clasificación y priorización de los materiales almacenados. Esto es especialmente relevante en sectores como el de la iluminación, donde los productos tienen diferentes ciclos de vida y niveles de demanda (Acosta, Resendiz, & Lozano, 2019).

La clasificación ABC

El método ABC es una herramienta ampliamente utilizada en la gestión de inventarios que clasifica los materiales según su valor y contribución a la operación total. La base del método radica en la regla de Pareto, donde un porcentaje reducido de los artículos (20%) representa la mayor parte del valor total del inventario (80%) (Aarón & Vargas, 2013). La clasificación ABC divide los inventarios en tres categorías:

Clasificación de las existencias según el método ABC:

Existencias A: Son los artículos más valiosos y críticos para la empresa, aunque representan aproximadamente el 20% de los productos almacenados, concentran entre el 70% y el 80% del valor total de las existencias. Es fundamental mantener un control exhaustivo sobre estos elementos, reducir sus niveles al mínimo necesario y gestionar cuidadosamente el stock de seguridad.

Existencias B: Corresponden a productos de importancia moderada. Aunque requieren cierto grado de supervisión, el control sobre estas existencias es menos riguroso en comparación con las de categoría A. Representan alrededor del 30% de los artículos del almacén y su valor equivale al 10%-20% del total.

Existencias C: Son artículos con menor relevancia económica en la gestión del inventario. Por su baja incidencia en el valor total (5%-10%), se manejan con controles simplificados y métodos aproximados. Aunque pueden representar cerca del 50% de los productos almacenados, su impacto en el valor global es mínimo Granda & Rodríguez (2013).

Conteo Cíclico



El conteo cíclico es una metodología complementaria que asegura la precisión de los registros de inventarios mediante revisiones periódicas y selectivas. Aarón y Vargas (2013) proponen que esta técnica minimiza las discrepancias en los registros, lo que resulta esencial para la toma de decisiones basadas en datos confiables.

Corella-Parra y Olea-Miranda (2023) enfatizan que un sistema de control basado en el conteo cíclico mejora la eficiencia operativa, al tiempo que reduce los errores humanos y las pérdidas por obsolescencia o extravío. Además, este enfoque se adapta a las necesidades específicas de cada empresa, garantizando un control efectivo y alineado con los objetivos organizacionales.

Beneficios Integrados del Método ABC y Conteo Cíclico

La combinación del método ABC con el conteo cíclico ofrece ventajas significativas en la gestión de inventarios. Granda & Rodríguez (2013) destaca que esta integración permite reducir los costos operativos, mejorar la rotación de inventarios y optimizar el espacio de almacenamiento. Por otro lado, Veloz-Navarrete y Parada-Gutiérrez (2017) sugieren que esta sinergia facilita una toma de decisiones más informada, contribuyendo al logro de una mayor competitividad en el mercado.

En el caso específico de las empresas de iluminación, la aplicación de estas herramientas es particularmente relevante debido a la amplia gama de productos manejados y a la necesidad de garantizar la disponibilidad de inventario sin incurrir en excesos o desabastos.

8. Metodología

El presente estudio adoptará un enfoque cuantitativo para recopilar datos objetivos y medibles relacionados con los costos y volúmenes de movimiento de los productos en el almacén de una empresa de iluminación en la ciudad de Guasave, Sinaloa. Este enfoque facilitará un análisis estadístico, permitiendo la generación de conclusiones respaldadas por datos numéricos precisos.

Tipo de Investigación

La investigación será de tipo aplicativo, enfocándose en la implementación de un sistema específico de gestión de inventarios basado en el método ABC para optimizar la eficiencia operativa del almacén. A su vez, incluirá elementos exploratorios y descriptivos para analizar el estado actual del inventario y evaluar posibles soluciones innovadoras que puedan adaptarse a las necesidades de la empresa.

Diseño de la Investigación

El diseño será longitudinal, ya que el sistema de gestión de inventarios ABC requerirá un seguimiento continuo para evaluar su impacto en el desempeño operativo a lo largo del tiempo. Se empleará un diseño experimental, donde el sistema será implementado en un almacén, en el cual se utilizarán algunos muestreos para la toma de datos, permitiendo una comparación directa que sustente la efectividad del nuevo modelo.

Para la puesta en marcha de la presente metodología se llevó a cabo la implementación en varios pasos, mismos que se describen a continuación:



Análisis de datos: El análisis de datos comenzó con la recopilación de información detallada sobre la operación y el flujo de mercancías de la empresa, utilizando registros históricos, reportes de inventarios y órdenes de compra y venta. Esto permitió crear un panorama claro sobre los patrones de consumo, rotación de productos y niveles de inventario. Paralelamente, se realizaron entrevistas con el personal encargado de la logística y almacenamiento para entender los procesos internos relacionados con la recepción, manejo y despacho de los productos.

Los datos fueron segmentados por producto, volumen de ventas y porcentaje de volumen anual, para determinar cuáles productos tienen mayor impacto económico en la operación de la empresa. Este enfoque permitió no solo identificar los productos ofertados, sino también aquellos que forman parte del inventario como insumos o materiales de baja rotación, que pueden estar generando costos innecesarios.

Tabla 1. Análisis de información para la clasificación de productos.

CÓDIGO INTERNO DE PRODUCTO	NOMBRE DEL PRODUCTO	VOLUMEN ANUAL EN VENTAS	PORCENTAJE DE VOLUMEN ANUAL
BP06-M/P	PLACA CO+B2:B284NTACTO DUPLEX PLATEADO	11313	5.6424%
AC083	CABLE #12 (ROLLO 100M)	445,5	2.8879%
FL797	DOWNLIGHT DWL METAL P/ BOTE INTEGRAL BLANCA 12W 6500K ADL-126500 YEE	2964	2.1860%
BP07-M/P	PLACA C/APAG SENCILLO 1/CONTACTO PLATEADO	3349	1.6926%
FL1136	STREET LIGHT LED 72W 120-277V ROADFOCUS 8145LM 4000K CURVA 2	34	1.1346%

Fuente: Elaboración propia.

Clasificación: El análisis realizado previamente permitió clasificar los productos en función de su relevancia económica y estableció una base sólida para la implementación de estrategias como el método ABC y el conteo cíclico. Estas herramientas optimizan la asignación de recursos y priorizan la gestión de los productos críticos para la operación. Además, se identificaron los tiempos promedio de reposición y las variaciones estacionales en la demanda, lo que facilitó la detección de productos de alta rotación que requieren una atención y control más rigurosos. Con esta información, se procedió a clasificar los productos según los datos recopilados en la etapa anterior, logrando así una clasificación eficiente de la amplia gama de artículos almacenados en la empresa.

Tabla 2. Clasificación de los productos de acuerdo a la metodología ABC.

CÓDIGO INTERNO DE PRODUCTO	NOMBRE DEL PRODUCTO	VOLUMEN ANUAL EN VENTAS	PORCENTAJE DE VOLUMEN ANUAL	CLASIFICACIÓN
BP06-M/P	PLACA CO+B2:B284NTACTO DUPLEX PLATEADO	11313	5.6424%	A
AC083	CABLE #12 (ROLLO 100M)	445,5	2.8879%	
FL797	DOWNLIGHT DWL METAL P/ BOTE INTEGRAL BLANCA 12W 6500K ADL-126500 YEE	2964	2.1860%	
BP07-M/P	PLACA C/APAG SENCILLO 1/CONTACTO PLATEADO	3349	1.6926%	
FL1136	STREET LIGHT LED 72W 120-277V ROADFOCUS 8145LM 4000K CURVA 2	34	1.1346%	
FL571	ADO-GLS PANEL LED REDONDO SOBREPONER 6W BLANCO FRIJO	23	0.0120%	B
BF10-N	PLACA CON 3 APAGADOR ESCALERA FLAT NEGRO	22	0.0120%	
LA416	12V0LED431MV658 EMPOTRADO 12W 6500K CUADRADO	13	0.0119%	
AC920	CABLE USO RUDO 4X14 METRO	49	0.0119%	
BP03/3-CDM	BP03/3-CDM PLACA C/2 APAGADORES SENCILLOS Y C/1 APAGADOR ES	16	0.0118%	
AC1195	TAPA CUADRADA 4X4 3/4 PVC VERDE	2	0.0001%	C
AC1511	PJIA BROCA #8 Y 1"	20	0.0001%	
PBL240-BL	BOTON CIEGO BLANCO 1 MODULO	1	0.0001%	
AC1035	TAQUETE PLASTICO 3/8" AZUL TAQ-3/8P (BOLSA TRAE 50 PZ)	6	0.0000%	
AC1018	TAQUETE PLASTICO 5/16" CAFE TAQ-5/16P (BOLSA TRAE 50PZ)	6	0.0000%	

Fuente: Elaboración propia



Definición de políticas: Se definieron distintos niveles de control y estrategias específicas para cada categoría de productos, adaptadas a las necesidades identificadas. Estas políticas incluyen la frecuencia de revisión y la implementación del conteo cíclico, asegurando un monitoreo constante y eficiente del inventario. Para una mejor organización, los resultados se estructuraron en una tabla que clasifica los artículos según su categoría, cantidad, política de conteo cíclico y el número de artículos a revisar diariamente. Esta metodología no solo prioriza los recursos, sino que también facilita la detección temprana de discrepancias en el inventario, reduciendo riesgos de desabastecimiento o sobrealmacenamiento. Adicionalmente, la clasificación permite asignar frecuencias de conteo más altas a productos críticos o de alta rotación, mientras que los de menor importancia o movimiento reciben una revisión menos frecuente. Esto optimiza los procesos internos y garantiza una mayor precisión en los registros, promoviendo una gestión de inventarios más ágil y eficiente.

Tabla 3. Definición de políticas para conteo cíclico

Clase de artículo	Política de conteo cíclico
A	Cada mes (20 días de trabajo)
B	Cada trimestre (60 días de trabajo)
C	Cada seis meses (120 días de trabajo)

Fuente: Elaboración propia

El uso del método ABC permite priorizar recursos y tomar decisiones informadas para optimizar la gestión de inventarios (Corella-Parra & Olea-Miranda, 2023). Además, su combinación con el conteo cíclico mejora la precisión de los registros y reduce las discrepancias en el inventario, garantizando una mayor confiabilidad en los datos (Aarón & Vargas, 2013).

4. Resultados, discusión

La implementación del sistema de inventarios ABC en el almacén de productos terminados de una empresa de iluminación ha generado avances significativos en la organización y control de los materiales según su costo y volumen. La implementación de esta metodología ha facilitado una clasificación eficiente de los productos en las categorías Clase A, B y C, basándose en la demanda y el valor económico asociado, dentro del análisis de los productos del inventario se consideraron un total de 2310 productos, los cuales fueron clasificados de la siguiente manera.

Clase A: Se encuentra conformado por 283 artículos, mismo que representa el 12% del total de los artículos inventariados. Aunque son pocos en cantidad, tienen un impacto considerable en el valor total del inventario, concentrando el 70.02% del costo total del inventario.

Clase B: Se encuentra conformado por 772 artículos, los cuales conforman el 33% del total de los artículos inventariados. Estos productos poseen un nivel intermedio de importancia económica, representando entre el 24.98% del valor total del inventario.



Clase C: Constituyen la mayor parte del inventario y se encuentra conformada por 1255 artículos inventariados. Sin embargo, su impacto en el valor total es mínimo, contribuyendo únicamente con el 4.99% del valor total del inventario.

Este enfoque ha permitido una asignación más eficiente de los recursos y un control más preciso del inventario, priorizando los productos más críticos para las operaciones de la empresa.

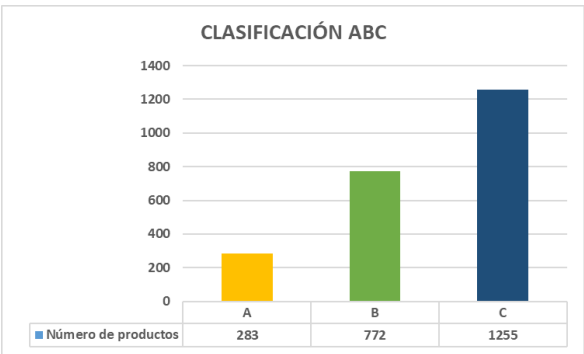


Figura 1. Clasificación de productos por método ABC.

Fuente: Elaboración propia.

Como parte del estudio, se realizó el cálculo de los productos seleccionados como muestra para el conteo cíclico, con el objetivo de optimizar los procesos de control de inventarios y reducir la frecuencia de inventarios generales. Este enfoque permitió priorizar los artículos más relevantes según su clasificación ABC, centrándose en aquellos de mayor impacto económico y operativo. Los resultados obtenidos evidenciaron que la implementación del conteo cíclico no solo disminuyó significativamente el tiempo destinado a la toma de inventarios, sino que también mejoró la precisión en el control de existencias. En la categoría A, se realizaron conteos más frecuentes debido a su alto valor económico y volumen de demanda; mientras que los productos de las categorías B y C fueron evaluados en periodos más amplios. Este método contribuyó a identificar discrepancias en los registros y permitió una corrección oportuna de las mismas, aumentando la eficiencia operativa del almacén. Asimismo, se fortaleció la capacidad de la empresa para responder rápidamente a cambios en las necesidades del mercado, al contar con información más actualizada y confiable.

Clase de artículo	Cantidad	Política de conteo cíclico	Número de artículos contados por día
A	283	Cada mes (20 días de trabajo)	14
B	772	Cada trimestre (60 días de trabajo)	13
C	1255	Cada seis meses (120 días de trabajo)	10
Total de productos	2310	Muestra de artículos por día	37



Figura 2. Cálculo de conteo cíclico.

Fuente: Elaboración propia



5. Conclusiones

La implementación del sistema de inventarios ABC en el almacén de productos terminados de la empresa de iluminación ha demostrado ser una herramienta clave para optimizar la gestión de inventarios y mejorar el control de materiales. Este método ha permitido una clasificación precisa y eficiente de los 2310 productos inventariados, distribuyéndolos en tres categorías principales según su relevancia económica y volumen de demanda. La Clase A, que incluye 283 artículos (12% del total), destaca por su alto impacto en el valor económico, representando el 70.02% del costo total del inventario. Por su parte, la Clase B, con 772 productos (33% del total), aporta el 24.98% del valor, mientras que la Clase C, la categoría más amplia con 1255 artículos (55% del total), contribuye con un modesto 4.99% del valor total del inventario.

Esta segmentación ha facilitado la asignación eficiente de recursos, priorizando los productos críticos para las operaciones de la empresa. Paralelamente, el cálculo y aplicación del conteo cíclico han optimizado los procesos de revisión, reduciendo la necesidad de inventarios generales frecuentes. Al enfocarse en los productos de mayor impacto económico, el conteo cíclico permitió disminuir significativamente los tiempos de operación, incrementar la precisión en los registros y detectar oportunamente discrepancias, promoviendo un control más robusto.

Además, el análisis detallado de las categorías ha brindado información clave para la toma de decisiones estratégicas, como ajustes en los niveles de stock y mejoras en la logística de reposición. En particular, el enfoque en la categoría A, con conteos más frecuentes debido a su alta rotación y valor, ha garantizado una gestión más dinámica y efectiva, mientras que los productos de menor relevancia económica, en las categorías B y C, se gestionaron con controles menos intensivos, optimizando así el uso de recursos.

En conclusión, la metodología ABC y el conteo cíclico han fortalecido la capacidad de la empresa para mantener un inventario más organizado, económico y alineado con sus objetivos operativos, facilitando una respuesta más ágil a las demandas del mercado y consolidando la eficiencia de sus procesos internos.

6. Referencias

- o Aarón, S. O., & Vargas, J. W. P. (2013). Modelo de Gestión de Inventarios: Conteo Cíclico por Análisis ABC. INGENIARE, 14, 107-111. <https://doi.org/10.18041/1909-2458/ingeniare.14.617>
- o Acosta, R. M., Resendiz, A. L., & Lozano, C. I. L. (2019). Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC: el caso de una empresa mexicana. Revista Academia y Negocios, 4(2), 83-94. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6750256.pdf>
- o Corella-Parra, L. M., & Olea-Miranda, J. (2023). Desarrollo de un sistema de control de inventario para una empresa comercializadora de sistemas de riego. Redalyc.org. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40475449006>



- o Granda, G., & Rodriguez, R. (2013). Diseño de un sistema de control basado en el Método ABC de gestión de inventarios, a través de indicadores de medición, aplicado a un estudio fotográfico en la ciudad de Machala. Guayaquil, Ecuador : ESPOL. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25082/2/TESIS%20DE%20GRADO%20GRANDA-RODR%C3%8DQUEZ.pdf>
- o Nava, I., Leon, M., Toledo, I., & Kido, J. (2017). Metodología de la aplicación 5'S. Revista de Investigaciones Sociales, 29-41. https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8_3.pdf
- o Palomino, J., & Vásquez, K. (2023). Uso de técnicas de 5S y modelo ABC para la Mejora en la Gestión de inventarios. Ciencia, Tecnología e Innovación, 10(2), 106-116. <https://revistas.uss.edu.pe/index.php/ING/article/view/2654/2996>
- o Paredes, M., Moreno, N., Teran, P., & Salgado, D. (2019). Marketing de Servicios . Guayaquil-Ecuador: Grupo compas. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/510/3/marketing%20de%20servicios.pdf>
- o Pérez, G., Gisbert, V., & Pérez, E. (2017). Reingeniería de Procesos . 3C Empresa: investigación y pensamiento crítico, Edición Especial, 81-91. <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/510/3/marketing%20de%20servicios.pdf>
- o Paredes-Rodríguez, A. M., Chud-Pantoja, V. L., & Osorio-Gómez, J. C. (2019). Sistema de control de Inventarios multicriterio difuso para repuestos. <https://www.redalyc.org/journal/849/84961238007/>
- o Veloz-Navarrete, C., & Parada-Gutiérrez, O. (2017). Métodos para mejorar la eficiencia y la toma de decisiones en la gestión de inventarios. <https://www.redalyc.org/journal/5826/582661263003/>



Planificación de Requerimientos de Materiales en un Centro de Inyección de Plásticos

Hernández, Cruz-Araceli ¹, Barbosa, Altamirano-Sandra Guadalupe ², Flores, Vázquez - Irving Antonio ³, Hiliosa, Duran - Luis Ángel ⁴, Nava, Baños - Yahir Antonio ⁵, y Nieves, Quiroz - José Manuel ⁶

36. Ingeniería en Gestión empresarial, Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, araceli.hernandez@smartin.tecnm.mx
37. Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, l21270082@smartin.tecnm.mx
38. Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, L21270036@smartin.tecnm.mx
39. Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, l21270027@smartin.tecnm.mx
40. Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, l21270141@smartin.tecnm.mx
41. Ingeniería Industrial, Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, l21270019@smartin.tecnm.mx

Resumen: Actualmente la Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) es clave en la optimización de procesos de transformación, para mejorar la eficiencia, la competitividad y cumplir con la demanda de los clientes. La propuesta busca mejorar la planificación y gestión de materiales mediante la previsión de la demanda, junto con una coordinación eficiente de pedidos y producción. Para ello, se utilizan herramientas analíticas como histogramas, que permiten evaluar las ventas, y una lista de materiales (BOM) que ayuda a definir los componentes necesarios. Además, se elabora un Plan Maestro de Producción (MPS) para estructurar el proceso productivo. También se llevan a cabo estudios de tiempos y métodos de calificación que garantizan la productividad del sistema. La implementación del MRP tiene la capacidad de disminuir los tiempos de espera y aumentar la capacidad de respuesta ante fluctuaciones en la demanda, lo que se traduce en una mejora en la eficiencia y competitividad de la organización.

Palabras clave: MRP, MPS, inventario, proceso de transformación, eficiencia.

Abstract: Currently, Material Requirements Planning (MRP) is key to optimizing transformation processes, to improve efficiency, competitiveness and meet customer demand. The proposal seeks to improve the planning and management of materials by predicting demand, together with efficient



coordination of orders and production. To do this, analytical tools such as histograms are used, which allow sales to be evaluated, and a bill of materials (BOM) that helps define the necessary components. In addition, a Master Production Plan (MPS) is prepared to structure the production process. Time studies and qualification methods are also carried out to guarantee the productivity of the system. The implementation of MRP has the capacity to reduce waiting times and increase the response capacity to fluctuations in demand, which translates into an improvement in the efficiency and competitiveness of the organization.

Keywords: MRP, MPS, inventory, transformation processes, efficiency.

1. Introducción

La MRP es indispensable en los procesos de transformación por diferentes razones como lo es la optimización del manejo de inventarios, mejora de la eficiencia de producción, reducción de costos, flexibilidad y adaptabilidad, mejora en la programación de la producción, análisis y toma de decisiones y coordinación interdepartamental. Este proyecto se inicia con un análisis de la situación actual del proceso de en un centro de inyección de plásticos, donde se identificó la falta de planificación, exceso de inventarios y falta de orden en el área de producción, así un sistema de MRP es fundamental para cualquier empresa u organización debido que ayuda a optimizar los recursos, además de programar de manera eficiente las ordenes de producción minimizando los tiempos de espera y satisfacer la demanda del mercado.

El propósito de este artículo es mejorar la planificación de los materiales para la producción. Además, la implementación del MRP puede tener un impacto significativo en la calidad del producto y en la reducción de los costos de producción.

La aplicación de un sistema MRP dentro de la organización implicó una comprensión más detallada de aspectos como inventarios, historiales, materiales y sus productos. Para ello, se llevó a cabo una variedad de métodos para recopilar la información necesaria, que incluyeron diagnósticos sobre la demanda de productos, recopilación de historiales y proveedores, así como la utilización de una lista de materiales (BOM).

Esto facilitó la planificación de la compra de materias primas, la estimación de costos de producción, el mantenimiento de registros precisos y la reducción de desperdicios y errores. Finalmente, el uso de un software resultó de gran utilidad para tener una visión general de los datos recopilados para monitorear continuamente el MRP, ajustándolo según sea necesario para adaptarse a los cambios en la demanda.



2. Delimitación contextual

A lo largo de los años, la historia del MRP resalta su impacto transformador en las industrias manufactureras. Como explica Andonegi (2005), el sistema fue desarrollado por Joseph Orlicky en los años 60, con el propósito de reemplazar los sistemas tradicionales de planificación y control de producción. Este enfoque innovador permitió superar desafíos relacionados con inventarios excesivos y retrasos, transformando la manera en la que las empresas gestionan sus recursos materiales y programan sus procesos productivos.

El desarrollo de un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP, por sus siglas en inglés) se fundamenta en una serie de conceptos y herramientas esenciales que permiten optimizar la gestión de inventarios y la planificación de la producción.

El histograma se presenta como una herramienta gráfica fundamental para analizar la distribución de datos. Según Alvarado y Obagi (2008), este recurso visual utiliza barras para representar intervalos de valores, facilitando así la identificación de patrones y tendencias, proporcionando una base sólida para la planificación estratégica. Tal como menciona Domenech (2024), el carácter visual de esta herramienta es invaluable, pues transforma datos complejos en una representación comprensible y accesible.

Otro de los componentes importantes para la creación de un sistema MRP es el pronóstico, este se consolida como un método para anticipar la demanda futura. Como señala Villareal (2016), el pronóstico permite estimar eventos futuros basándose en información histórica y actual, empleando tanto métodos cualitativos como cuantitativos. Particularmente, el método del promedio móvil simple, descrito por Krajewski et al. (2008), resulta idóneo para situaciones donde la demanda muestra pocas variaciones.

Además, la lista de materiales (BOM) emerge como un componente esencial en la planificación de la producción. Esta herramienta, según Rubalcava (2024), detalla los materiales y componentes necesarios para fabricar un producto, organizándolos jerárquicamente desde el producto final hasta sus subcomponentes básicos.

En un nivel más avanzado, el MRP se presenta como una solución integral para la gestión de recursos en entornos de producción. Según Jacobs y Chase (2014), este sistema computarizado transforma el Programa Maestro de Producción (MPS) en necesidades netas de materiales, permitiendo así una planificación detallada. Por otro lado, Gelves y Navarro (2021), consideran varios factores como los pedidos de los clientes, el inventario del producto, el tamaño de lote, los pronósticos de ventas del producto, o bien, las producciones reales generadas en el plan agregado que deben ser desagregadas según Stock Keeping Unit (SKU).



Sin embargo, la explosión del MRP, descrita por Chapman (2006), desglosa las necesidades de materiales en requerimientos específicos, optimizando los recursos disponibles y ajustándose a las demandas del mercado.

Finalmente, la reducción del lead time es un componente esencial para el éxito del MRP. Según Jacobs et al. (2011), este concepto se refiere al tiempo necesario para que los materiales estén disponibles desde la colocación de un pedido hasta su recepción. Mediante la implementación de estrategias como el uso de software especializado y la optimización de procesos internos, no solo se pueden acortar tiempos de entrega, sino también garantizar una mayor precisión y eficiencia en sus operaciones.

3. Metodología

Esta investigación es mixta, ya que existen datos cuantitativos y cualitativos. Se realiza una investigación documental, explicativo, porque se indaga en las causas de los problemas y de corte transversal, se realiza en un corto periodo de tiempo, considerada como un caso de aplicación.

La investigación aplicada realizada en este proyecto, tiene como objetivo principal resolver problemas específicos relacionados con la gestión de inventarios y la planificación de la producción mediante la implementación de un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP). Este tipo de investigación se justifica por que aborda una necesidad concreta dentro de la organización, buscando optimizar los recursos, reducir costos, mejorar la eficiencia de los procesos y garantizar la puntualidad en la entrega de productos. El diseño metodológico combina elementos descriptivos y experimentales, ya que, en primer lugar, se analizan los procesos actuales de la empresa, identificando problemas como retrasos en las entregas, exceso de inventario y elevados costos operativos, y posteriormente se propone una solución basada en la implementación del MRP, evaluando su impacto mediante indicadores cuantitativos y cualitativos.

El análisis se realiza en 5 fases, para llevar a cabo esta investigación, se utilizó una muestra representativa de los datos históricos de ventas de productos clave, como las botellas Boston de 100 ml.

- Se realiza un diagnóstico sobre la demanda (ventas) de productos. Se desarrollan herramientas como histogramas y se identifica el producto estrella para enfocar la aplicación sobre este producto.
- Desarrollo de lista de materiales (BOM) Bill of materials por sus siglas en inglés, se investigan los proveedores de estos materiales.
- Diseño de Plan maestro de producción (MPS) para planificar las necesidades de materiales de manera eficiente. La recopilación de información se realiza a través de un análisis documental



de registros internos de ventas e inventarios, complementado con la observación directa de los procesos en el área de producción.

- Además, se aplican técnicas de pronóstico, como el método de promedio móvil simple, para proyectar la demanda futura y ajustar las cantidades requeridas de materiales.
- El enfoque experimental de la investigación permite implementar el sistema MRP en una prueba piloto, utilizando un software que facilita el monitoreo continuo de las operaciones. Durante esta fase, se optimiza el tiempo de entrega (lead time) mediante ajustes en la logística interna y una mayor colaboración con los proveedores. Finalmente, los resultados se evalúan en función de los beneficios alcanzados, como la reducción de costos, la disminución de errores en los inventarios y la mejora en la satisfacción del cliente.

De análisis realizado se identificó una pérdida de costos asociados al salario de \$3,060.40, Esta pérdida ocurrió durante los meses de enero, febrero y marzo de 2024

4. Desarrollo

Para identificar la demanda de los productos se realizó una recolección de datos históricos de ventas de los meses de octubre, noviembre y diciembre 2023 ver Tabla 1, también se identificaron los diferentes modelos de botellas.

Tabla 1 Recolección de históricos de venta de octubre-diciembre 2023

Mes	Tipo de botella	Piezas por paquete	Paquetes vendidos	Piezas totales	%
OCTUBRE	CIT 1500 ML	72	439	31608	3%
	CIT 1000 ML CORTA	120	263	31560	3%
	CIT 1000 ML LARGA	120	214	25680	2%
	CIT 500 ML	200	350	70000	3%
	CIT 380 ML	242	18	4356	0%
	BOSTON 1000 ML	120	1116.16	133939.2	12%
	BOSTON 600 ML	200	4	800	0%
	BOSTON 500 ML	200	870.5	174100	7%
	BOSTON 250 ML	394	4.71	1855.74	0%
	CAMPANA 500 ML	162	7	1134	0%
	CAMPANA 250 ML	240	175	42000	2%
	PIÑA 410 ML	161	0	0	0%
	SALSERA 150 ML	347	3	1041	0%
	GARRAFA 4 L	35	15	525	0%
	GARRAFA 5 L	25	40	1000	0%
	GARRAFA 10 L	30	14	420	0%
NOVIEMBRE	CIT 1500 ML	72	326	23472	2%
	CIT 1000 ML CORTA	120	217	26040	2%
	CIT 1000 ML LARGA	120	203	24360	2%
	CIT 500 ML	200	463	92600	3%
	CIT 380 ML	242	8	1936	0%
	CIT 1000 ML 20 GR.	120	189.38	22725.6	2%
	BOSTON 1000 ML	120	884.79	106174.8	9%
	BOSTON 600 ML	200	0	0	0%
	BOSTON 500 ML	200	1158.62	231724	8%



	BOSTON 250 ML	394	4.09	1611.46	0%
	CAMPANA 500 ML	162	1	162	0%
	CAMPANA 250 ML	240	177	42480	2%
	PIÑA 410 ML	161	190	30590	1%
	SALSERA 150 ML	347	2.07	718.29	0%
	LICORERA	100	141.55	14155	2%
	GARRAFA 4 L	35	2	70	0%
	GARRAFA 5 L	25	0	0	0%
	GARRAFA 10 L	30	0	0	0%
DICIEM BRE	CIT 1500 ML	72	523	37656	3%
	CIT 1000 ML CORTA	120	164.83	19779.6	2%
	CIT 1000 ML LARGA	120	218.79	26254.8	2%
	CIT 500 ML	200	660	132000	5%
	CIT 380 ML	242	17	4114	0%
	CIT 1000 ML 20 GR.	120	135	16200	1%
	CIT 1000 ML 38 GR.	120	60	7200	1%
	BOSTON 1000 ML	120	959	115080	10%
	BOSTON 600 ML	200	0	0	0%
	BOSTON 500 ML	200	826	165200	6%
	BOSTON 250 ML	394	4.88	1922.72	0%
	CAMPANA 500 ML	162	71.8	11631.6	0%
	CAMPANA 250 ML	240	35	8400	0%
	PIÑA 410 ML	161	0.48	77.28	0%
	SALSERA 150 ML	347	0	0	0%
	LICORERA 1000 ML	100	244	24400	3%
	VOSS 500 ML	219	151	33069	1%
	GARRAFA 4 L	35	0	0	0%
	GARRAFA 5 L	25	60	1500	1%
	GARRAFA 10 L	30	25	750	0%
	TOTALES		11656.65	1744073.09	100%

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizada la recolección de datos se procedió a realizar un histograma de ventas ver Figura 1, donde se identificó el producto estrella de la organización. En este caso se determinó que el producto estrella es la botella Boston de 1000 ml.



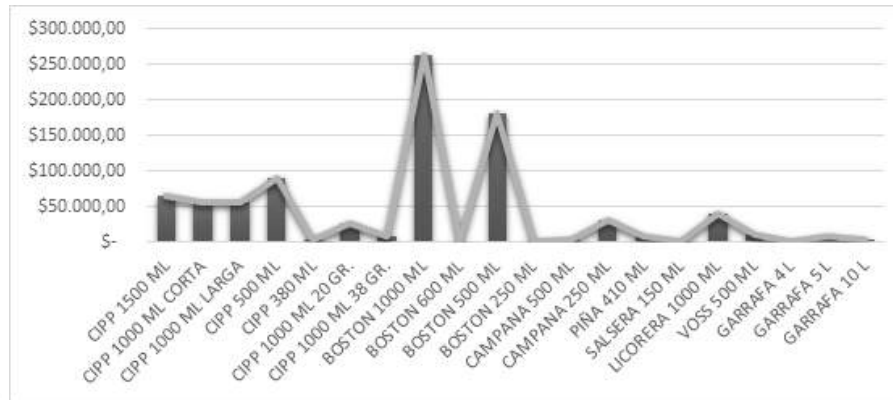


Figura 1 Histograma de ventas de la organización.

Fuente: Elaboración propia.

Con estos datos definidos, se procedió a la creación de un BOM de materiales, esto en base al producto estrella ver Figura 2, en donde se asignó la cantidad requerida de cada material para la elaboración de un paquete de botella tipo Boston de 1000 ml.



Figura 2 Bom de materiales para la botella tipo Bostón de 1000 ml.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente se realizó un Plan Maestro de Producción o por sus siglas en ingles MPS, del cual se especificaron los siguientes parámetros ver Figura 3.

PARÁMETROS									
Actividad Económica					Cambio				
Horario de	Turno	Inicio	Fin	Horario de	Inicio	Fin	Horario de	Inicio	Fin
De Lunes a Sábado	Nocturno	16:00 h. a. m.	Fin	12:00 h. p. m.	16:00 h. a. m.	Fin	12:00 h. p. m.	16:00 h. a. m.	Fin
De Lunes a Sábado	Mañana	07:00 h. p. m.	Fin	06:00 h. p. m.	07:00 h. p. m.	Fin	06:00 h. p. m.	07:00 h. p. m.	Fin
De Lunes a	Nocturno	16:00 h. p. m.	Fin	12:00 h. p. m.	16:00 h. p. m.	Fin	12:00 h. p. m.	16:00 h. p. m.	Fin
Tiempo Inactivo					Cambio				
Capacidad teórica de la planta (Efectiva)					Cambio				
Capacidad real de la planta (Efectiva)					Cambio				
Plantas					Cambio				
Supervisor					Cambio				
Empleados					Cambio				
Administrativos					Cambio				
Supervisor					Cambio				
Transportista					Cambio				
Total					Cambio				
Plantas					Cambio				
Supervisor					Cambio				
Empleados					Cambio				
Administrativos					Cambio				
Supervisor					Cambio				
Transportista					Cambio				
Total					Cambio				
Plantas					Cambio				
Supervisor					Cambio				
Empleados					Cambio				
Administrativos					Cambio				
Supervisor					Cambio				
Transportista					Cambio				
Total					Cambio				

Figura 3 Parámetros para la realización del MPS

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos obtenidos, se realizó el análisis sobre los costos de producción por día de cada operador, así como la capacidad de producción real y teórica de la organización. Esto permitió tener una visión más realista, acerca de la máxima capacidad de productos necesarios para satisfacer la demanda. Así mismo, a través de la previsión de ventas se comparó la capacidad en tiempo y producción con los esperados de la demanda. Como se muestra en la Figura 4, se generó un informe donde se puede observar de manera más gráfica y concentrada la información anterior.

RESUMEN COMPARATIVO DEL PLAN MAESTRO							Prev. Y Cap. Acumulada		Desv Min
Mes	Und/Producción	T/Ven/Min	Cap/Teo/Min	Cap/Real/Min	% Cump.	Desv/Min	T/Ven/Min	Cap/Real/Min	
Octubre	671	6500	10296	9293	143%	2793	6500	9293	2793
Noviembre	788	7849	9900	8936	114%	1087	14349	18229	3880
Diciembre	1033	10500	9900	8936	85%	-1564	24849	27165	2316
Enero	859	8366	10296	9293	111%	928	33214	36458	3244
Febrero	855	8382	9900	8936	107%	554	41596	45394	3797
Marzo	1166	11812	10296	9293	79%	-2519	53408	54687	1278
Totales	5371	53408	60588	54687		1278			
Análisis de capacidad planta									
Prev. ventas							53408		
Cap. Real							54687		
Min/Faltantes							1278		
Horas Trab.							21		
Turnos Trab.									
8Hrs									



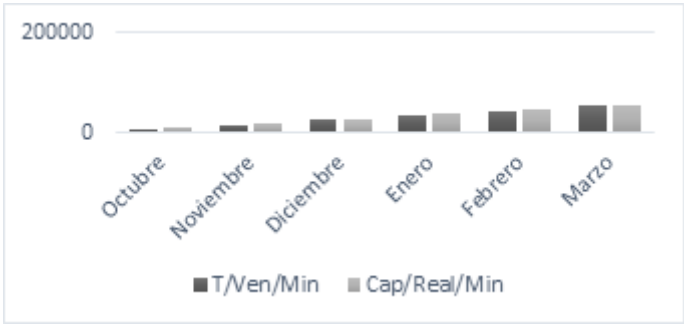


Figura 4 Informe de resultados con base a MPS.

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente, se realizó un pronóstico de los meses de abril-mayo 2024, donde se llevó a cabo una proyección de la demanda, así como de los tiempos de producción disponibles. Una vez identificados los pronósticos, se creó una Planificación de Requerimiento de Materiales (MRP), el cual cuenta con una ficha de producto, dentro de esta, se especifican los costos de cada elemento necesario para la creación del producto, así mismo, se coloca un código de identificación, esto para facilitar el control de los mismos. Con ayuda de estos códigos se creó una base de datos del producto terminado y la materia prima requerida. En la Tabla 2 se observa un registro de inventarios, donde se concentró la información anterior.

Tabla 2 Registro de inventario de MRP.

REGISTRO DE INVENTARIO									
Código	Descripción	Nivel	Inventario Disponible	Stock de seguridad	Elemento padre	Cantidad requerida para elaborar elemento padre	Lead time	Recepciones	
								Semana	Cantidad
CA-01	CAMA	0			50		1		
BO-01	BOTELLA	1	0			120	1		
PR-01-P	PREFORMA	2	0			120	15		
T-01-PP	TAPA	1	0			120	1		
ET-01-PC	ETIQUETA	1	0			120	3		
BS-01-TR	BOLSA	1	0			1	4		
CA-01-TR	CINTA	2	0			250	1		

Fuente: Elaboración propia.



Finalmente, en la Figura 5 muestra el tabulador del MRP, en el que se puede observar la cantidad necesaria de camas de botella para cumplir con la demanda del cliente, así como también un desglose de la materia prima necesaria.

Figura 5 Tabulador del MRP.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

La implementación de un sistema de Planificación de Requerimientos de Materiales (MRP) en una organización como el centro de inyección es crucial para optimizar la eficiencia operativa y la gestión de inventarios. Este sistema permite un control preciso de los materiales necesarios para la producción, reduciendo los costos asociados al exceso de inventario y evitando problemas de desabastecimiento que pueden interrumpir la producción y afectar la satisfacción del cliente. Al proyectar con exactitud las cantidades y tiempos de compra, el MRP ayuda a la empresa a adaptarse ágilmente a cambios en la demanda, mejorando la puntualidad en la entrega de pedidos y fortaleciendo la relación con los proveedores. Además, la digitalización de este sistema mediante un software adecuado facilita el monitoreo continuo y la toma de decisiones informada, lo que resulta en una ventaja competitiva para la organización al aumentar la productividad y optimizar los recursos. En un mercado cada vez más exigente y competitivo, un MRP bien estructurado y gestionado no solo mejora la eficiencia interna, sino que también refuerza la capacidad de la empresa para cumplir con las expectativas del cliente, logrando así un impacto positivo en su sostenibilidad y crecimiento a largo plazo.

6. Referencias

- o Alvarado, J., & Obagi, J. (2008). Fundamentos de inferencia estadística. Valencia: Pontificia Universidad Javeriana.
https://doi.org/https://books.google.com.mx/books?id=3uhUqvF0_84C&printsec=frontcover&hl=es&source=gbp_atb#v=onepage&q&f=false
- o Andenegi. (2005). Evolución histórica de los sistemas ERP.
- o Chapman, S. (2006). Planificación y control de la producción. Pearson Educación.
https://doi.org/https://students.aiu.edu/submissions/profiles/resources/onlineBook/Q8T3W8_control%20de%20produccion%20libro.pdf
- o Domenech, J. (04 de 04 de 2024). Histograma. Obtenido de https://www.uteq.edu.mx/files/docs/Curso_Estadistica_MARS/Histograma.pdf
- o Gelves, Ó., & Navarro, E. (2021). Principios de la gestión de la producción una revisión teórica y aplicada de los conceptos. Ediciones USTA.
<https://doi.org/https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43107/ObraCompleta.Coleccionmodular.2021Gelvesoscar.pdf?sequence=1>
- o Jacobs, R., & Chase, R. (2014). Administración de Operaciones: Producción y cadena de suministros. McGRAW-HILL. <https://doi.org/https://ucreeanop.com/wp-content/uploads/2020/08/Administracion-de-Operaciones-Produccion-y-Cadena-de-Suministro-13edi-Chase.pdf>
- o Jacobs, R., Berry, W., Whybark, D., & Vollmann, T. (2011). Planificación y control de fabricación para la gestión de la cadena de suministro. McGraw-Hill.
- o Krajewsky, L., Ritzman, L., & Malhotra, M. (2008). Administración de operaciones. México: Pearson Educación.
- o Rubalcava, L. (09 de Abril de 2024). Academia. Obtenido de https://www.academia.edu/11005156/LISTA_DE_MATERIALES_BOM_BILL_OF_MATERIALS
- o Villarreal, F. (Septiembre de 2016). Introducción a los modelos de pronósticos . Obtenido de https://www.matematica.uns.edu.ar/uma2016/material/Introduccion_a_los_Modelos_de_Pronosticos.pdf



Planificación y propuesta de diseño de mejora de una máquina Cosechadora de Camarones

Alzate, Espinoza-Juan Héctor¹; Aragón, Dimas-Milagros Alejandra ²; Aragón, Dimas-Hermes Ricardo³

- 42. División de Ciencias Mecánicas, Tecnológico Nacional de México/ITS de Guasave, juan.ae@guasave.tecnm.mx
- 43. Estudiante de Ingeniería Mecánica, Tecnológico Nacional de México/ITS de Guasave, aragondimasm@gmail.com
- 44. Egresado de Ingeniería Mecánica, Tecnológico Nacional de México/ITS de Guasave, aragondimasm@gmail.com

Resumen: La investigación se enfoca en Bombas Invasa, una empresa de acuicultura en Guasave, Sinaloa, México, con más de 20 años de experiencia en equipos para la cría y cosecha de camarón. El objetivo fue proponer una mejora en el proceso de cosecha mediante un diseño en 3D de una cosechadora optimizada. La metodología incluyó la identificación del problema, análisis de posibles soluciones, selección de herramientas y desarrollo de una solución práctica. Como resultado, se planteó un prototipo que agiliza la cosecha, optimizando el proceso productivo y mejorando la eficiencia operativa.

Palabras clave: Acuicultura, cosechadora de camarones, discusión, diseño, planeación.

Abstract: The research focuses on Bombas Invasa, an aquaculture company located in Guasave, Sinaloa, Mexico, with over 20 years of experience in equipment for shrimp farming and harvesting. The objective was to propose an improvement in the harvesting process through a 3D design of an optimized shrimp harvester. The methodology included problem identification, solution analysis, tool selection, and development of a practical solution. As a result, a prototype was proposed to streamline the harvest process, optimizing production and improving operational efficiency.

Keywords: Aquaculture, desing, discusion, planification, shrimp harvester.



1. Introducción

La empresa Bombas Invasa, ubicada en Guasave, Sinaloa, México, cuenta con más de 20 años de experiencia en el ámbito de la acuicultura, con un enfoque en la fabricación de equipos de bombeo y la venta de soluciones para la cría y cosecha de camarón. Este artículo aborda el diseño de una máquina cosechadora de camarones basada en un modelo preexistente, al cual se han propuesto mejoras significativas para optimizar su rendimiento. En los apartados siguientes se analizan las características de la máquina, el propósito del diseño, las consideraciones necesarias y la metodología implementada para lograr un resultado eficiente y práctico.

En el contexto de la acuicultura, satisfacer las necesidades del cliente requiere productos que combinen eficiencia y adecuación a un entorno específico. Según Escario y Fernández (2015), el producto de una empresa representa el servicio físico o abstracto ofrecido al cliente para cumplir con sus expectativas o resolver una necesidad. Aplicando este concepto, el camarón, criado y cosechado en las instalaciones de Bombas Invasa, constituye el producto central de su actividad. Para maximizar la calidad y productividad en la cosecha, es crucial implementar equipos especializados y adaptados al medio acuático, que difiere en complejidad de los sistemas de producción terrestre, como lo señala la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (2003).

Por otra parte, Escario y Fernández (2015), en su análisis del proceso de planificación empresarial, destacan que esta debe incluir fases esenciales como la identificación de problemas, análisis de soluciones, y la ejecución de una idea innovadora. En el presente estudio, el proceso de planificación aborda desde la identificación de áreas de mejora en el equipo existente hasta el desarrollo de un diseño en 3D que sintetice estas mejoras. Este enfoque metodológico incluye la delimitación del problema, el planteamiento de objetivos específicos y generales, y la formulación de una propuesta para un prototipo optimizado, evaluando la viabilidad y los beneficios que conlleva.

El presente documento expone el marco conceptual y práctico para el desarrollo de un diseño optimizado de la cosechadora de camarones. No se trata de corregir una falla, sino de aprovechar una oportunidad de mejora que permita a la empresa optimizar su eficiencia operativa y responder a los retos del mercado. La propuesta de mejora se visualizó inicialmente mediante bocetos en 2D, para luego avanzar a una representación detallada en 3D, respetando las necesidades y condiciones del entorno de producción acuícola.



2. Delimitación contextual

La delimitación de este estudio se centra en optimizar la eficiencia del proceso de cosecha de camarón en la empresa Bombas Invasa. Dado que la maquinaria actual cumple su función pero presenta áreas de oportunidad para mejorar, la investigación se concentra en el rediseño de una cosechadora existente, buscando perfeccionar su funcionalidad sin reemplazar el equipo por completo. Este enfoque se basa en un análisis técnico de las etapas productivas, identificando procesos específicos donde una mejora puede generar un impacto significativo en la calidad y velocidad de la cosecha.

El método de análisis aplicado incluye observación directa y discusión de los componentes de la maquinaria en conjunto con el personal operativo. Se realizaron bocetos manuales preliminares en 2D para visualizar las modificaciones, brindando flexibilidad en la planificación y en la comunicación de ideas. Este proceso de rediseño no solo representa una oportunidad para optimizar la maquinaria en uso, sino que también responde a una necesidad de sostenibilidad en el manejo de recursos y costos.

Entre las limitaciones de este estudio, se destaca la ausencia de herramientas digitales en las primeras fases de diseño, lo cual permite una aproximación rápida, pero limita la precisión en detalles técnicos. A pesar de esta limitación, la investigación se plantea como un paso preliminar hacia el desarrollo de un prototipo avanzado en 3D que facilite la implementación de las mejoras sugeridas. La literatura previa apoya esta metodología de rediseño como una forma viable de extender la vida útil de los equipos y maximizar su eficiencia, lo cual resulta crucial en el sector acuícola, donde la precisión y eficiencia son esenciales para satisfacer las demandas del mercado.

3. Metodología

La metodología empleada en esta investigación busca asegurar un proceso de diseño replicable y fundamentado en el análisis empírico de una máquina cosechadora de camarón utilizada en Bombas Invasa. Este enfoque metodológico incluyó varias etapas: planificación, discusión de la solución sugerida, recopilación de datos mediante herramientas de medición y modelado en 3D de la propuesta de diseño.

Para la fase de planificación, se tomó como referencia la importancia de la organización y racionalidad en la asignación de recursos, planteada por Escario y Fernández (2015), quienes destacan que la planificación en una organización permite una mejor adaptación a los cambios del entorno y contribuye a la eficiencia de las funciones administrativas. En este contexto, la propuesta de rediseño de la máquina cosechadora buscó maximizar la eficiencia operativa sin necesidad de incorporar nuevos equipos.

En la fase de discusión, se realizó una revisión inicial del boceto de la máquina, en la cual participaron cinco de los empleados principales de un área de 15 trabajadores, quienes contribuyeron con una lluvia de ideas para optimizar el diseño. Este proceso permitió ajustar y validar el boceto antes de proceder con su modelación en 3D.



Posteriormente, se procedió a la recopilación de datos mediante herramientas de medición. Dado que el modelo propuesto se basa en una máquina existente, se desglosaron sus principales componentes y se realizaron mediciones precisas utilizando instrumentos como el flexómetro y el vernier, permitiendo una evaluación detallada de las dimensiones y características de cada pieza.

Para el desarrollo del modelo 3D, se utilizó el software SolidWorks en su versión 2017, que facilitó la creación de un prototipo digital del diseño optimizado. Esta etapa representa la solución práctica de la propuesta, proporcionando una representación fiel de las mejoras sugeridas y evaluando su viabilidad para la implementación.

Esta metodología original permitió un análisis práctico y técnico del equipo en uso, asegurando una replicabilidad del proceso y sentando las bases para futuras investigaciones en el ámbito de la optimización de maquinaria acuícola. Las limitaciones de este método incluyen la dependencia en la precisión de las mediciones manuales y el uso de software de diseño que, aunque accesible, puede tener restricciones en cuanto a la simulación de procesos complejos.

4. Desarrollo

En este apartado se describe el proceso detallado para el rediseño y modelado en 3D de la máquina cosechadora de camarón en Bombas Invasa, destacando los aspectos clave y los resultados más relevantes de la investigación. Este rediseño se basa en procedimientos conocidos en el ámbito de la ingeniería de diseño y manufactura, con modificaciones específicas para adaptar la maquinaria a las necesidades actuales de la empresa.

El proceso inició con la identificación de oportunidades de mejora en una máquina ya existente en la línea de producción de la empresa. El equipo encargado realizó una revisión preliminar del boceto, en la cual participaron cinco empleados de un equipo de quince. Esta discusión permitió realizar ajustes en el diseño, optimizando tanto la funcionalidad como la eficiencia de la máquina. La Figura 1 ilustra las competencias involucradas en la solución del problema (Warner, 2020).



Figura 1. Categorías que representan las principales competencias involucradas en la solución de un problema.

Fuente: Warner, 2020, p. 12.

Para llevar a cabo el modelado en 3D, se realizó una recolección detallada de datos de la máquina activa. Los principales componentes fueron desglosados y medidos con precisión utilizando un flexómetro y un vernier, lo cual permitió capturar las dimensiones esenciales para el modelado. Esta fase fue crucial para garantizar que el nuevo diseño mantuviera las especificaciones de la maquinaria existente, mientras se incorporaban las mejoras necesarias. La Figura 2 muestra una representación de la cosechadora actual.



Figura 2. Cosechadora de camarones de INVASA CNC.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en las mediciones obtenidas, se procedió a modelar en 3D los componentes principales de la cosechadora usando el software SolidWorks (versión 2017). Las piezas clave que fueron rediseñadas incluyen la base de la cosechadora (Figura 3), la tina de almacenamiento (Figura 4) y la unidad impulsora de camarones (Figura 5), cada una con sus propias especificaciones de mejora y optimización.



Figura 3. Base para la cosechadora de camarones.

Fuente: Elaboración propia.

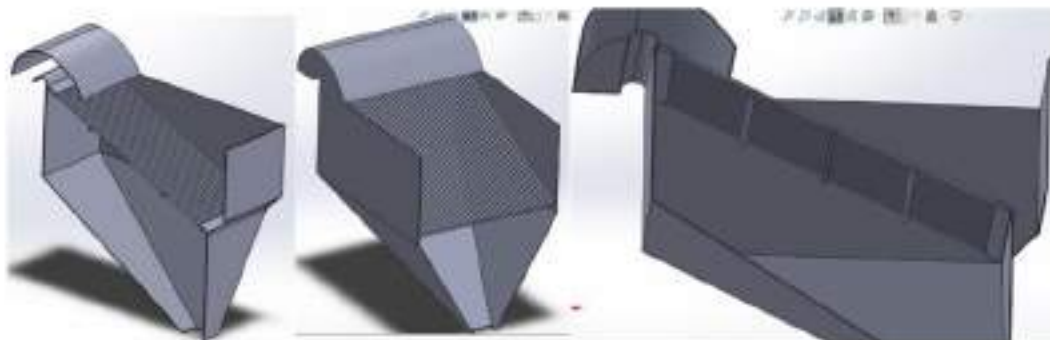


Figura 4. Tina para la cosechadora de camarones.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5. Partes de la cosechadora

Fuente: Elaboración propia.

El diseño final, basado en las recomendaciones y sugerencias de mejora, se ajustó en aproximadamente un 95% a la idea inicial. Las modificaciones realizadas durante el proceso de modelado en 3D fueron evaluadas mediante una comparación entre el diseño preliminar y el diseño final (Figura 6). Los resultados muestran un diseño mejorado en términos de estética y funcionalidad, asegurando la eficiencia del equipo en la etapa de cosecha.

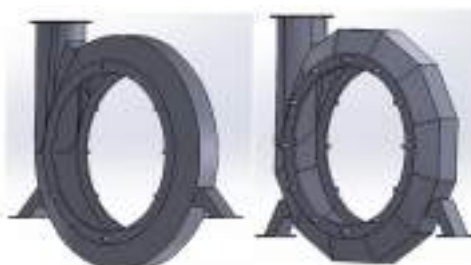


Figura 6. Comparación del diseño preliminar con el diseño final.

Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

Este estudio logró desarrollar un rediseño optimizado de la máquina cosechadora de camarón utilizada en Bombas Invasa, basado en el análisis detallado de su funcionalidad actual y en la propuesta de mejoras orientadas a incrementar la eficiencia operativa. El diseño final es fiel a la idea principal en un 95%, debido a pequeñas modificaciones y ajustes que surgieron durante el proceso, en respuesta a sugerencias y detalles mínimos que influyeron en la estética del resultado. La evaluación del diseño se realizó tanto en piezas separadas como en su ensamblaje final, lo cual incluyó componentes críticos como la impulsora de camarones y la base de la cosechadora. Esta revisión detallada permitió verificar la integridad y funcionalidad del rediseño en cada una de las etapas del ensamblaje.

La comprobación final de esta investigación evidencia que, al implementar ajustes estructurales y optimizar el diseño, es posible mejorar la capacidad de producción sin necesidad de reemplazar el equipo existente, lo cual representa un beneficio significativo en términos de recursos y costos para la empresa.

Las implicaciones de este rediseño son relevantes para el sector acuícola, donde los procesos de cosecha requieren equipos adaptados a las especificidades del entorno acuático. Además, este enfoque metodológico, que incluye desde la observación directa y el análisis del equipo hasta el modelado en 3D, constituye una aportación práctica y replicable para otros actores de la industria que buscan optimizar sus procesos productivos mediante ajustes de diseño.

En cuanto a trabajos futuros, se sugiere realizar pruebas en condiciones operativas reales para validar la funcionalidad del prototipo y realizar ajustes adicionales si son necesarios. También sería beneficioso explorar la integración de tecnologías de simulación avanzada para evaluar la eficiencia de los diseños en condiciones virtuales antes de implementar los cambios. Estos desarrollos pueden abrir nuevas oportunidades para la innovación y sostenibilidad en la maquinaria acuícola.

6. Referencias

- o Escario Jover, I., & Fernández del Río, E. (2015). La formación y la profesión del graduado en relaciones laborales y recursos humanos. Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- o Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2003). Desarrollo de la acuicultura (FAO orientaciones técnicas para la pesca responsable).



Potencial de valorización mediante el reciclaje de residuos orgánicos pecuarios en cultivos de traspatio en Yucatán

Ruiz, Patrón-Delghi Yudire¹; Maza, Rejón-José Javier², y Santos, Tejero-Jesús Antonio³

45. Profesora-Investigadora Ingeniería Ambiental, TecNM/ITS de Valladolid,
delghi rp@valladolid.tecnm.mx

46. Residente de Ingeniería Ambiental, TecNM/ITS de Valladolid,
l20030027@valladolid.tecnm.mx

47. Profesor-Investigador Ingeniería en Sistemas Computacionales, TecNM/ITS de Valladolid,
jesus.st@valladolid.tecnm.mx

Resumen:

El estado de Yucatán, donde la actividad ganadera genera grandes volúmenes de residuos orgánicos, presenta un alto potencial para la implementación de estrategias de valorización como el reciclaje de los residuos orgánicos pecuarios en cultivos de traspatio. Estos residuos, pueden ocasionar contaminación de suelos y cuerpos de agua, así como la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, su transformación mediante procesos como el compostaje permite obtener productos valiosos que mejoran la fertilidad del suelo, fomentan la sostenibilidad agrícola y promueven una economía circular en comunidades rurales. Este artículo analiza las oportunidades de incorporar mediante el reciclaje de residuos de manejo especial como los hueso y heces de ganado bovino y heces de conejo para utilizarlos como componentes de mejoramiento del suelo en cultivos traspatio tradicionales.

Palabras clave:

Valorización de residuos, Economía circular, Cultivos de traspatio, Compostaje, Sostenibilidad agropecuaria.

Abstract:

ISSN 2007-5669
Edición 36
Diciembre 2024

“Cambios Tecno-Productivos y Tendencias Para El Desarrollo Regional”



The state of Yucatán, where livestock activity generates large volumes of organic waste, presents a high potential for the implementation of valorization strategies such as the recycling of livestock organic waste in backyard crops. These wastes can lead to soil and water body contamination, as well as the emission of greenhouse gases. However, their transformation through processes such as composting allows for the creation of valuable products that improve soil fertility, promote agricultural sustainability, and foster a circular economy in rural communities. This article analyzes the opportunities to incorporate recycling of special management waste such as bones, bovine manure, and rabbit manure to be used as soil amendment components in traditional backyard crops.

Keywords:

Waste valorization, Circular economy, Backyard crops, Composting, Agricultural sustainability.

1. Introducción

En el oriente de Yucatán, la actividad ganadera es una de las principales fuentes de ingresos económicos, que genera grandes volúmenes de residuos sólidos orgánicos, definidos como materiales biodegradables provenientes de actividades agrícolas, ganaderas y domésticas. (Edwards, C y Arancon, N., 2004)

Entre los principales residuos generados en el sector agropecuario están el estiércol y restos vegetales. Estos residuos, en su mayoría, no son gestionados de manera adecuada, lo que provoca contaminación ambiental que se define como un impacto negativo en el medio ambiente causado por la mala gestión de residuos, como la contaminación de suelos y aguas, la emisión de gases de efecto invernadero y la proliferación de enfermedades. (Díaz, L. Savage y Eggerth, L, [Capítulo 5], 2007). Específicamente en el sector ganadero la gran generación de residuos agropecuarios conlleva a problemas ambientales como las emisiones de metano que contribuye directamente a los problemas de la calidad del aire a nivel global

Según Martínez y Rivas (2018):

"La ganadería en el oriente de Yucatán genera una cantidad significativa de residuos sólidos orgánicos que, si no se gestionan adecuadamente, pueden contribuir a la contaminación del suelo y el agua. Sin embargo, existe un gran potencial para la valorización de estos residuos a través de procesos como el compostaje y la biodigestión, lo que permite la producción de biogás y fertilizantes orgánicos."



Según el Censo Agropecuario (INEGI, 2022) “En el sector agropecuario de Yucatán, se generan una gran cantidad de subproductos pecuarios cuya valorización sigue siendo limitada. se reportaron más de 1.6 millones de porcinos, 381,000 ganado bovino y 334,000 ovinos en unidades de producción en la región” (p. 4). Estos sistemas generan una cantidad significativa de residuos orgánicos, como estiércol y restos biológicos, que podrían ser utilizados en procesos de compostaje, biodigestión o producción de fertilizantes orgánicos, pero su manejo adecuado aún enfrenta grandes desafíos en términos de tecnologías, capacitación y costos operativos (Cantero-Flores, et al, 2016).

A pesar de que estos residuos representan una fuente potencial de nutrientes y energía, su aprovechamiento en la región es limitado, y su valorización no ha sido explorada de manera sistemática. Según la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México en colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias ([INIFAP], 2020), han desarrollado investigaciones en proyectos relacionados a la mejora de suelos, entre los que destacan técnicas en las que incorporan residuos orgánicos y otros subproductos agropecuarios, incluyendo excretas de animales de producción y polvo de hueso de ganado bovino.

En este contexto, el objetivo de esta investigación es determinar el potencial de valorización de los residuos sólidos orgánicos pecuarios mediante técnicas de reciclaje como mejorador de suelos en cultivos de traspatio.

2. Delimitación contextual

Los Residuos de Manejo Especial (RME) son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos (Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos [LGPGIR], 2003).

En el estado de Yucatán los residuos agropecuarios como “Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades” De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos ([PEPGIR], 2008, p.13) son considerados RME y están sujetos a planes de manejo aprobados por la Secretaría Ambiental del estado de Yucatán.

El manejo de los residuos orgánicos ha sido un tema relevante, especialmente en el ámbito agropecuario porque es poco supervisado, sin embargo, es de relevancia por producir en grandes cantidades contaminación del suelo, agua y aire si no se manejan adecuadamente (Pérez, 2008).

En respuesta a estos problemas, en la región de Valladolid se han implementado diversas iniciativas enfocadas en el manejo adecuado de los residuos agropecuarios, incluyendo la creación de composta a partir de los desechos generados por la producción ganadera. Estas iniciativas buscan aprovechar los residuos de manera sostenible y rentable, al tiempo que reducen los impactos negativos sobre el medio ambiente y la salud pública.



Caracterización del sector ganadero

En la región oriente de Yucatán, el sector ganadero desempeña un papel crucial en la economía local, especialmente en municipios como Tizimín y Valladolid, donde la ganadería es una actividad predominante. Tizimín, por ejemplo, produce el 70% de los becerros de la entidad, gracias al trabajo y la inversión en mejoramiento genético realizados por los ganaderos para producir animales de alta calidad (Vargas, 2022).

En la actualidad, existen más de 800 productores locales de bovinos que reciben apoyo de programas estatales y organizaciones agropecuarias que buscan mejorar la productividad y la infraestructura ganadera en la zona, ubicándose principalmente en los municipios de Tizimín, Panabá, Sucilá, Buctzotz, Dzilam Bravo, Temozón y San Felipe, los cuales integran el sector ganadero de la zona oriente del estado de Yucatán (Poot y Díaz, 2023).

Según el Censo Agropecuario de 2022, Yucatán cuenta con aproximadamente 58,066 unidades de producción agropecuaria activas, muchas de las cuales están dedicadas a la ganadería. Estas unidades abarcan más de 377,218 hectáreas de tierras agrícolas, y gran parte de ellas se utilizan para actividades ganaderas (INEGI, 2023).

Según los datos mencionados, cada unidad ganadera se prevé que genere grandes volúmenes de residuos orgánicos anualmente, los cuales, si se gestionaran adecuadamente, podrían aprovecharse para proyectos de reciclaje de residuos orgánicos o incluso para la producción de biogás, contribuyendo a la sostenibilidad ambiental y la economía circular en la región.

Uno de los principales problemas que enfrenta el sector ganadero es la gestión de los residuos pecuarios, como el estiércol, que se generan en grandes cantidades y, en su mayoría, no se aprovechan.

Por lo tanto, realizar estudios relacionados al aprovechamiento sustentable de los residuos es fundamental para encontrar soluciones que no solo beneficien al medio ambiente, sino que también fortalezcan la economía local y la eficiencia de las prácticas agropecuarias.

Técnicas de mejora del suelo

El enriquecimiento de suelos busca mejorar su fertilidad y estructura mediante la incorporación de nutrientes y materia orgánica. Algunas técnicas principales son:

- **Compostaje:** Consiste en descomponer residuos orgánicos (vegetales, estiércol, restos de cultivos) para obtener compost rico en nutrientes (Widman Aguayo F. et al. 2005). Es una técnica clave en el manejo de residuos pecuarios.
- **Biofertilizantes:** Uso de microorganismos benéficos como bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*) o solubilizadoras de fósforo para aumentar la disponibilidad de nutrientes.
- **Incorporación de residuos agropecuarios:** El polvo de hueso y las heces de animales, como conejo o bovino, son enmiendas que mejoran el contenido de nitrógeno, fósforo y materia orgánica en el suelo.



- **Rotación de cultivos y sustrato verde:** Cultivos como leguminosas se utilizan para enriquecer el suelo con nitrógeno mediante fijación biológica.
- **Mejoradores de suelo:** Sustancias como el humus de lombriz o biochar aumentan la capacidad de retención de agua, aireación y disponibilidad de nutrientes.

El sustrato mejorado es una mezcla de materiales diseñada para proporcionar condiciones óptimas para la germinación y el crecimiento de las plantas. Algunos pasos clave en su preparación son:

- Selección de materiales: Mezcla de tierra, sustrato orgánico, residuos agropecuarios (hueso pulverizado), y componentes como arena o hojarasca para mejorar la textura y la estructura del sustrato.

Proporciones adecuadas para la generación de sustrato mejorado: Se ajustan las proporciones para garantizar una buena aireación, drenaje y retención de humedad. Ejemplo:

- 40-50% de tierra
- 20-30% de sustrato (estiércol o compost)
- 10-20% de polvo de hueso o cenizas
- 10-15% de hojarasca o residuos vegetales.

Con relación a los parámetros fisicoquímicos los rangos pueden variar según el cultivo. Por ejemplo, los rábanos (hortaliza cultivada de forma tradicional en Yucatán) requieren condiciones específicas para un crecimiento óptimo. Los parámetros más relevantes son:

- pH del suelo/sustrato: El rango ideal está entre 5.5 y 6.8. Un pH fuera de este rango puede limitar la absorción de nutrientes esenciales.
- Conductividad eléctrica (CE): Indica la salinidad del suelo. Valores por debajo de 2 dS/m son adecuados para rábanos, ya que niveles altos afectan la germinación y el desarrollo.
- Humedad: Los rábanos necesitan un sustrato bien drenado, pero con capacidad de retención de agua para evitar el estrés hídrico. La humedad óptima ronda el 50-60% de la capacidad de campo.
- Materia orgánica: Debe estar en niveles altos (3-5%) para proporcionar nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio.
- Textura del sustrato: Una textura ligera o franco-arenosa es ideal para facilitar el crecimiento de las raíces.
- Temperatura del suelo: Para la germinación, el rango óptimo es entre 15-25°C.



3. Metodología

El proyecto se desarrolló en la región oriente del estado de Yucatán, específicamente en el Instituto Tecnológico Superior de Valladolid (ITSVA), ubicado en el municipio de Valladolid, Yucatán. Este instituto es una institución pública de educación superior que tiene como misión formar profesionales altamente capacitados, especialmente en áreas tecnológicas y de impacto ambiental.

Valladolid es una ciudad con relevancia histórica y estratégica en la región, reconocida por su actividad agropecuaria y su ubicación geográfica privilegiada en el oriente de Yucatán. Esto la convierte en un punto clave para la realización de iniciativas que buscan soluciones sostenibles en los sectores agrícola y pecuario.

El ITSVA cuenta con instalaciones adecuadas para la realización de investigaciones aplicadas, como laboratorios especializados, áreas de prácticas agrícolas y espacios diseñados para el desarrollo de proyectos innovadores. Estas características permiten llevar a cabo el análisis, implementación y validación de tecnologías para el manejo y valorización de residuos orgánicos, en el marco de la sostenibilidad ambiental.

El enfoque de la presente investigación es cualitativo y cuantitativo (mixto), se evaluó si el reciclaje de las heces de ganado bovino y el polvo de hueso usando tres distintos tipos de tratamiento (porciones al 15, 20 y 25 % en contra del testigo con las mismas proporciones utilizando heces de conejo (que, en estudios previos de los investigadores, ya se habían obtenido buenos resultados) en cultivos de traspatio utilizando hortalizas como el Rábano.

Las etapas de la implementación de pruebas de germinación para evaluar el potencial de valorización por medio del reciclaje de heces de ganado bovino y polvo de hueso son la siguiente:

Preparación de sustrato enriquecido con subproductos agropecuarios

Como parte del desarrollo de un sustrato de composta que optimice la germinación y el crecimiento de plantas en huertos tradicionales mayas, se realizó un estudio experimental con la finalidad de evaluar el efecto de diferentes proporciones de polvo de hueso, un subproducto rico en fósforo y calcio, en combinación con estiércol de conejo y estiércol de bovino, dos enmiendas orgánicas con propiedades nutritivas para determinar la combinación ideal que potencie el desarrollo inicial de las plantas y mejore las condiciones del suelo.

Para esta prueba, se establecieron tres tratamientos de cantidad de polvo de hueso: 25%, 20% y 15% (Tabla 1). Cada una de estas concentraciones será aplicada en dos conjuntos de tratamientos, uno con estiércol de conejo y otro con estiércol de ganado bovino para generar un total por tratamiento de 40 kilogramos del sustrato con el tratamiento que se va aplicar. Estas combinaciones se replicarán bajo condiciones controladas para observar el proceso de germinación y el desarrollo inicial de las plantas, evaluando así cuál de estos tratamientos proporciona los mejores resultados en términos de vigor, velocidad de germinación y crecimiento.



Tabla 1. Tratamientos utilizados en pruebas de germinación.

Heces	A	20%	40%	15%	25%
Conejo	B	20%	45%	15%	20%
	C	20%	50%	15%	15%
Heces Bovino	D	20%	40%	15%	25%
	E	20%	45%	15%	20%
	F	20%	50%	15%	15%

a) Pruebas de Germinación

La Figura 1 representa el diseño de las pruebas de germinación usando los tratamientos antes mencionados, como se puede observar se montó un diseño experimental por triplicado utilizando tres líneas de siembra de semillas de rábano por caja, y cada línea tenía siete pocetas donde en cada una se sembraron dos semillas, si germinaban las dos plántulas se hacía el retiro de la más pequeña para evitar la competencia entre las plántulas.

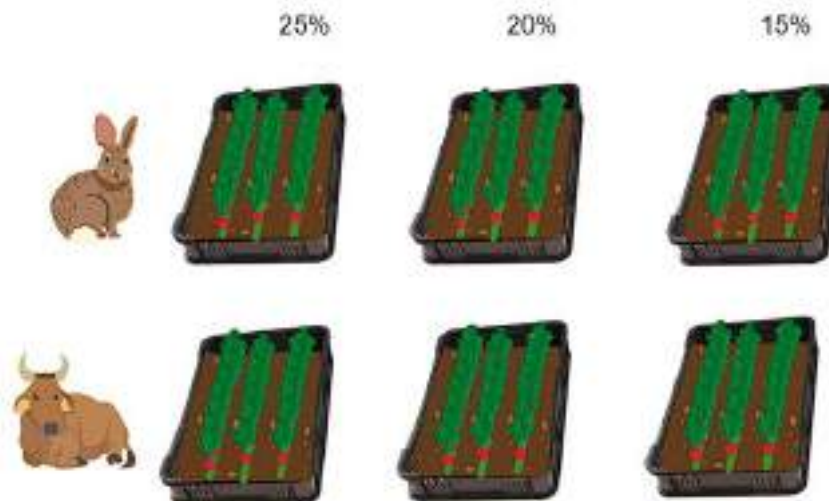


Figura 1. Representación de pruebas de germinación.

Nota: Elaboración propia.



Figura 2. Pruebas de germinación

Nota: Elaboración propia.

En la Figura 2 se presentan las pruebas de germinación hechas en campo respetando el diseño propuesto previamente, en total por caja hay un total de 21 semillas.

Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos son herramientas clave para evaluar la calidad y viabilidad de los sustratos elaborados a partir de residuos orgánicos pecuarios, especialmente en su aplicación a cultivos de traspatio en Yucatán. Su selección obedece a la necesidad de garantizar que dichos sustratos ofrezcan condiciones óptimas para el desarrollo vegetal, asegurando un equilibrio entre las propiedades químicas, físicas y biológicas que determinan su funcionalidad.

En este estudio, se seleccionaron parámetros como el pH, la conductividad eléctrica, la humedad y la temperatura debido a su relevancia directa en la salud del suelo, el crecimiento de las plantas y la sostenibilidad del proceso de reciclaje de residuos orgánicos. Estos indicadores permiten identificar posibles limitantes o ajustes necesarios en el sustrato para optimizar su desempeño y minimizar riesgos como salinidad excesiva, toxicidad o deficiencia de nutrientes.

Medición de parámetros fisicoquímicos

Para garantizar la precisión de los datos, se emplearon equipos especializados que permitieron medir los parámetros relacionados con la calidad del sustrato generado, considerando tanto su efecto sobre los cultivos como el impacto ambiental asociado.

Los parámetros seleccionados y su razón de inclusión son los siguientes:

- **Conductividad eléctrica (CE):** Este parámetro es fundamental para medir la salinidad del sustrato, ya que influye directamente en la capacidad del suelo para retener agua y permitir la absorción de nutrientes esenciales por parte de las plantas. Se seleccionó porque niveles elevados de CE pueden causar toxicidad y afectar la germinación, mientras que niveles bajos podrían indicar deficiencia de sales necesarias para el crecimiento vegetal.
- **Temperatura:** La temperatura del sustrato afecta los procesos biológicos y químicos, como la descomposición de los residuos y la actividad microbiana. Su monitoreo es esencial para asegurar un entorno favorable para las raíces y para mantener la funcionalidad del sustrato en condiciones de clima cálido como el de Yucatán.
- **pH:** Este parámetro indica el grado de acidez o alcalinidad del sustrato, que influye en la solubilidad y disponibilidad de nutrientes para las plantas. Se incluyó porque un pH fuera del rango adecuado puede inhibir el desarrollo de las raíces y la actividad microbiana beneficiosa, afectando el rendimiento de los cultivos.
- **Humedad:** La humedad es indispensable para garantizar la retención de agua necesaria para las plantas sin llegar a condiciones de saturación o sequía que puedan perjudicar el desarrollo radicular. Este parámetro se seleccionó porque una humedad equilibrada asegura que las plantas puedan absorber agua y nutrientes de manera eficiente.

Medición de parámetros fisicoquímicos

Para garantizar la precisión de los datos, se emplearon equipos especializados que permitieron medir los parámetros previamente establecidos, relacionados con la calidad y composición del sustrato generado, así como el impacto ambiental asociado.

Se utilizaron dispositivos digitales para medir los parámetros fisicoquímicos de conductividad eléctrica, temperatura, pH y humedad.

Se utilizó un equipo genérico denominado “medidor de humedad” del suelo que mide el contenido de agua presente en el suelo, es crucial para evitar el riego excesivo o insuficiente, especialmente en sistemas de traspatio o cultivos experimentales. Diseñado específicamente para medir la humedad directamente en las raíces o macetas de plantas pequeñas. Ideal para monitorear cultivos en invernaderos o jardines verticales. Adicionalmente también mide el pH que es necesario para saber cual es el estado actual de pH en los tratamientos aplicados.

También se requirió de un segundo equipo genérico diseñado para medir directamente la conductividad eléctrica (EC) del suelo, junto con la temperatura, y proporciona información valiosa para evaluar la calidad y disponibilidad de nutrientes en cultivos. A continuación, se explica su uso y aplicaciones:



Conductividad Eléctrica (EC):

- Indica la cantidad de sales solubles en el suelo, lo que está directamente relacionado con la fertilidad y el balance de nutrientes.
- Ayuda a determinar si el suelo tiene niveles adecuados o excesivos de sales, lo cual puede influir en el crecimiento de las plantas.
- Permite ajustar las prácticas de fertilización para evitar sobrecargar el suelo con nutrientes o eliminar excesos dañinos.

Temperatura del Suelo:

- Es crucial para entender las condiciones que afectan el desarrollo de las raíces, la absorción de nutrientes y la actividad microbiológica.

Tabla 3. Bitácora de medición de parámetros fisicoquímicos

Fecha de Bitácora	Parámetros	Conejo			Bovino		
		A	B	C	D	E	F
	pH						
	Humedad						
	Temperatura						
	Conductividad						
Fecha de Bitácora	Parámetros	Conejo			Bovino		
		A	B	C	D	E	F
	pH						
	Humedad						
	Temperatura						
	Conductividad						
Fecha de Bitácora	Parámetros	Conejo			Bovino		
		A	B	C	D	E	F
	pH						
	Humedad						
	Temperatura						
	Conductividad						
Fecha de Bitácora	Parámetros	Conejo			Bovino		
		A	B	C	D	E	F
	pH						
	Humedad						
	Temperatura						
	Conductividad						



	A	B	C	D	E	F
pH						
Humedad						
Temperatura						
Conductividad						

Nota. Elaboración propia.

En la Tabla 3 la bitácora presentada está diseñada para registrar y monitorear los parámetros clave durante las pruebas de germinación en los diferentes tratamientos experimentales. Su estructura permite un control sistemático de las condiciones físicas y químicas del sustrato, lo cual es esencial para evaluar su impacto en el proceso de germinación. A continuación, se interpreta su uso:

Organización por tratamientos y tipos de sustrato:

- Los tratamientos están agrupados en dos categorías: *conejo* (A, B, C) y *Bovino* (D, E, F), lo que facilita la comparación entre los sustratos que utilizan diferentes fuentes de residuos pecuarios.

Registro de parámetros clave:

- Los parámetros considerados incluyen pH, humedad, temperatura y conductividad, todos fundamentales para analizar el ambiente que los sustratos proporcionan a las semillas.
- pH: Indica el nivel de acidez o alcalinidad del sustrato, que puede influir directamente en la disponibilidad de nutrientes.
- Humedad: Mide el contenido de agua en el sustrato, necesario para la activación metabólica de las semillas.
- Temperatura: Registra el rango térmico del sustrato, un factor crítico para la germinación y el crecimiento inicial de las plántulas.
- Conductividad: Refleja la concentración de sales disueltas, lo que ayuda a evaluar la salinidad del sustrato y su impacto en las semillas.

b) **Análisis de Resultados**

El análisis de los resultados se llevó a cabo mediante un enfoque sistemático, registrando las observaciones y datos obtenidos en bitácoras detalladas. Estas bitácoras sirvieron como registro principal para documentar las condiciones iniciales, los procesos de intervención y los resultados finales en cada etapa del proyecto.

Los datos fueron procesados en el software Microsoft Excel ® para realizar gráficas de porcentajes y frecuencias con líneas de tendencia.

4. Resultados

Pruebas de Germinación



A continuación, se presentarán los resultados obtenidos durante las pruebas de germinación (Ver Figura 3).



Figura 3. Porcentaje de germinación en tratamientos de 25% en heces de conejo (A) y ganado bovino (D).

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 3 representa el número de semillas que germinaron en cada tratamiento del primer tratamiento (Tratamiento A y D) con 25% de polvo de hueso. Se observa que tanto el tratamiento con estiércol de conejo como el de ganado bovino tuvieron resultados similares, con aproximadamente 20 semillas germinadas en cada caso, representa el 95 y 100% de germinación respectivamente para cada tratamiento. Esto indica que, bajo esta proporción de polvo de hueso, ambos tipos de estiércol proporcionan condiciones adecuadas para la germinación, sin diferencias significativas en su efectividad. Esto sugiere que ambos sustratos pueden ser viables para promover la germinación inicial en la siembra oficial.

La germinación es un proceso complejo que se inicia con la absorción de agua por la semilla (imbibición), seguida de la activación metabólica que permite el crecimiento del embrión y la emergencia de la plántula. Factores externos como la disponibilidad de agua, oxígeno, temperatura adecuada y, en algunos casos, luz, son esenciales para que este proceso ocurra exitosamente (Michaels, T, 2021)

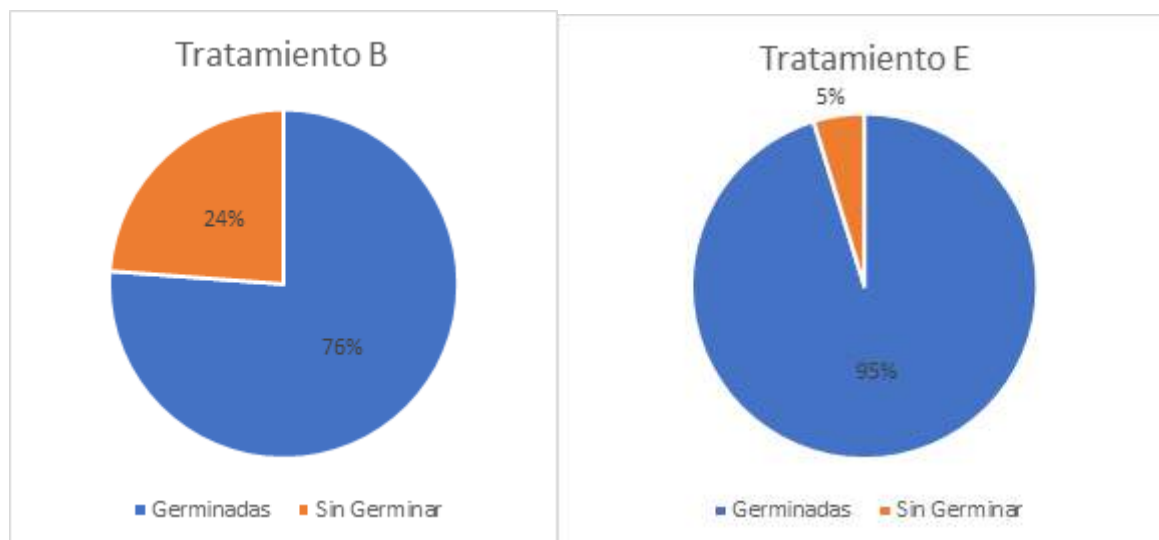


Figura 4. Porcentaje de germinación en tratamientos de 20% en heces de conejo (B) y ganado bovino (E).

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 4, se observa una diferencia en la germinación entre los dos tratamientos al 20% de contenido de polvo de hueso. El tratamiento con estiércol de ganado bovino muestra una mayor cantidad de semillas germinadas (cerca de 76%), en comparación con el tratamiento de estiércol de conejo, que tiene alrededor de 76% semillas germinadas. Esto indica que, a esta concentración de polvo de hueso, el estiércol de bovino podría ser ligeramente más efectivo para promover la germinación en comparación con el estiércol de conejo.

La diferencia observada en la germinación de semillas entre los tratamientos con estiércol de bovino y de conejo, ambos al 20% de contenido de polvo de hueso, puede explicarse por las variaciones en la composición química y propiedades físicas de ambos tipos de estiércol (Santes,M, 2023).

Composición Nutricional:

- **Estiércol de Conejo:** Contiene aproximadamente 2.4% de nitrógeno, 1.4% de fósforo y 0.6% de potasio.
- **Estiércol Bovino:** Posee alrededor de 1.5% de nitrógeno, 1.0% de fósforo y 0.5% de potasio.

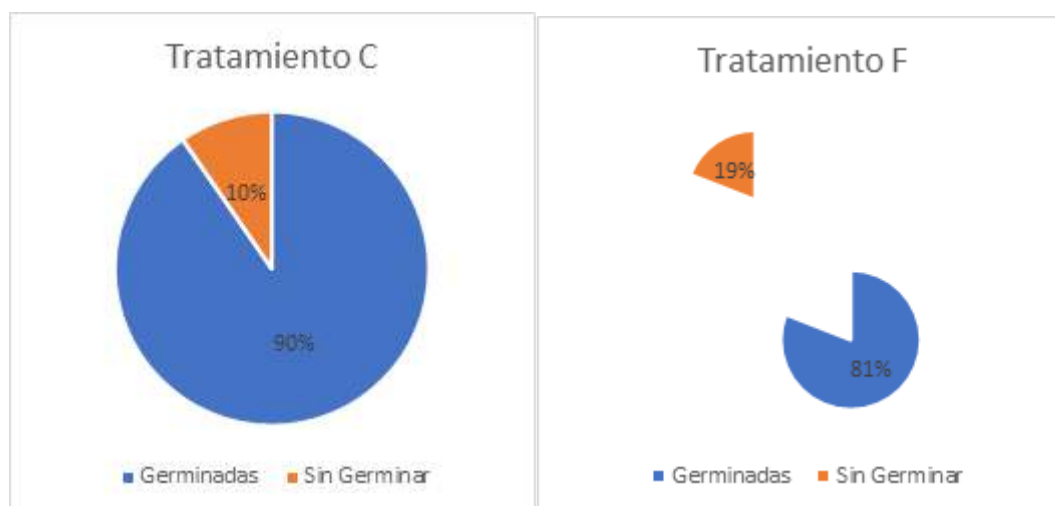


Figura 5. Porcentaje de germinación en tratamientos de 15% en heces de conejo (C) y bovino (F).

Nota. Elaboración propia.

En la Figura 5, el tercer tratamiento de germinación, que utiliza un 15% de polvo de hueso combinado con estiércol de conejo o estiércol de bovino, se observa que las semillas germinaron de forma ligeramente diferente en cada caso. Con el estiércol de conejo, germinaron 90% de semillas, mientras que, con el estiércol de bovino, germinaron 81%. Este resultado sugiere que, en el tercer tratamiento, el estiércol de conejo es ligeramente más favorable para la germinación en comparación con el estiércol de bovino. La disminución en el porcentaje de polvo de hueso parece haber favorecido la germinación en presencia del estiércol de conejo.

Las pruebas de germinación permitieron identificar los siguientes puntos:

1. Evaluación de residuos pecuarios como enmiendas:

- o **Resultados principales:** La inclusión en los tratamientos de heces de conejo (30% en volumen) y de bovino (20% en volumen) en el sustrato mostró un incremento del 25% en la retención de humedad comparado con un sustrato estándar. Además, se observó un incremento del 40% en la germinación de plántulas tratadas con enmiendas de heces de conejo frente a las de bovino, destacando este tipo de sustrato por su mayor contenido de nitrógeno (3.2% vs 1.8%).
- o **Impacto observado:** Las plántulas desarrolladas en sustratos con heces de conejo presentaron un crecimiento radicular más vigoroso y uniformidad en el desarrollo foliar, lo que sugiere un aporte más balanceado de nutrientes esenciales.

2. Optimización del sustrato:

- o **Resultados principales:** Se probaron cinco proporciones diferentes de polvo de hueso y suelo, siendo la combinación de 25% polvo de hueso y 75% suelo la más



eficiente. Esta fórmula mostró un aumento del 35% en la disponibilidad de calcio y fósforo en el sustrato, lo que mejoró la tasa de germinación al 90% en comparación con el 65% del control.

- o **Impacto observado:** El equilibrio entre nutrientes y textura permitió una aireación adecuada y una reducción del 15% en la compactación del sustrato, favoreciendo la penetración radicular y el desarrollo temprano de las plántulas.

3. Sostenibilidad y manejo de residuos:

- o **Resultados principales:** La transformación de residuos agropecuarios (polvo de hueso y heces) logró reutilizar el 95% del material recolectado de granjas, reduciendo significativamente la acumulación de residuos pecuarios en un área equivalente a 2 toneladas por hectárea anualmente.
- o **Impacto observado:** Este modelo no solo disminuye el impacto ambiental, sino que convierte materiales de manejo especial en insumos agrícolas, demostrando que es posible integrar un ciclo cerrado de producción sostenible. Además, se redujo en un 60% el uso de fertilizantes químicos en cultivos tratados con este sustrato, promoviendo prácticas más amigables con el medio ambiente.

Parámetros Físicoquímicos

En la Figura 6 se observa que el parámetro de conductividad eléctrica en los tratamientos D, E y F presentan una concentración considerable de esta misma, que durante el transcurso de estas pruebas ha ido disminuyendo de manera escalonada, si bien los resultados en las mismas hortalizas (Rábano) se refleja el aprovechamiento de esta misma al tener un rápido crecimiento en menor tiempo.

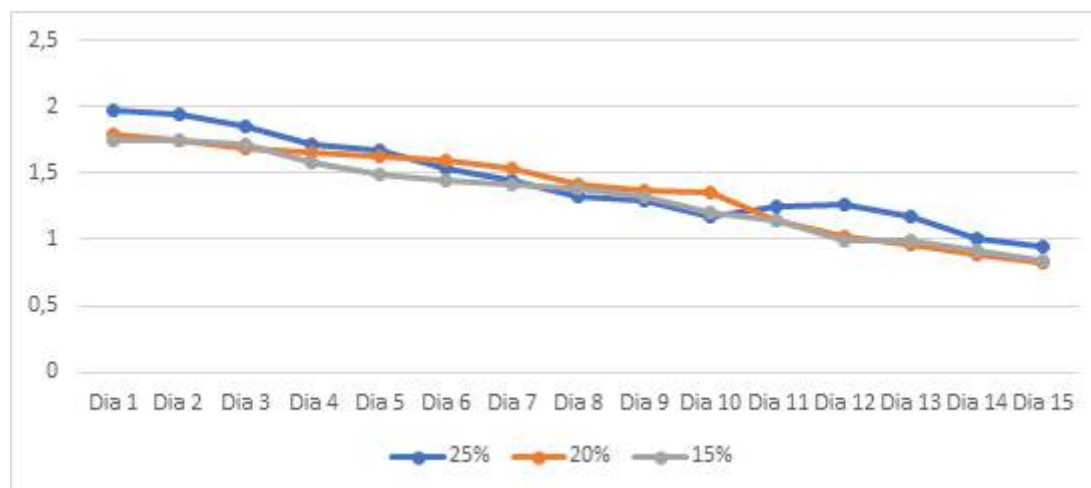


Figura 6. Parámetros de conductividad en tratamiento de bovino y polvo de hueso al 25%, 20% y 15%

Nota: Elaboración propia. La unidad de medida del eje “Y” es microsiemens ((µS/cm).



A lo largo del tiempo de cultivo, la CE tiende a disminuir de manera gradual, como se observa frecuentemente en ciclos de cultivo, debido a la absorción de nutrientes por las plantas, el lavado de sales hacia las capas más profundas del suelo y la estabilización del material orgánico. Las fluctuaciones en la CE también pueden estar relacionadas con la frecuencia de riego y las condiciones ambientales, que afectan la movilidad de los iones en el sustrato.

El uso de residuos de bovino como enmienda orgánica puede proporcionar una liberación sostenida de nutrientes, aunque es crucial monitorear los niveles de CE para evitar problemas de salinidad, especialmente en sistemas cerrados o con riego limitado (Marschner,P. 2020).

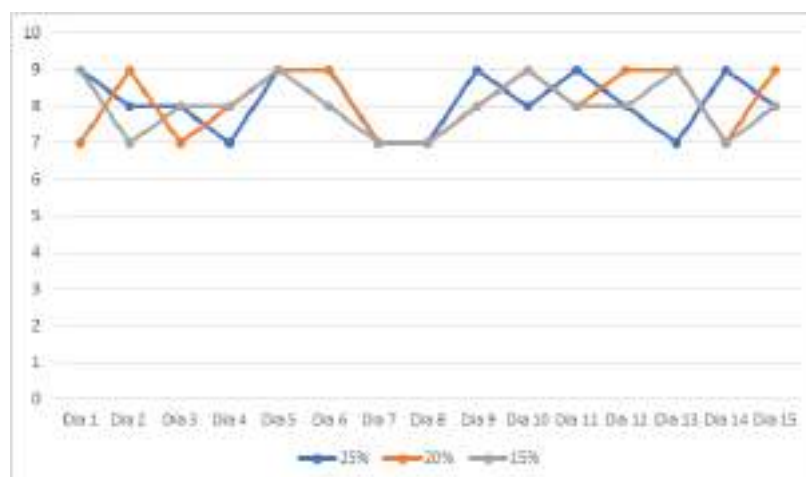


Figura 7 .Parámetros de humedad en tratamientos de bovino y polvo de hueso al 25%, 20% y 15%

Nota: Elaboración propia. La unidad de medida del eje “Y” es porcentaje (%).

En la Figura 7 se observan las variaciones de humedad en los tratamientos D, E y F, lo cual es un resultado óptimo debido al rango en el que se mantienen estos valores, siendo bastante constantes y en un rango adecuado para lo que se necesita en este caso.

La humedad del suelo es un factor crítico que influye directamente en la absorción de nutrientes y el crecimiento de las plantas. Un exceso de humedad puede provocar condiciones de anoxia (falta de oxígeno) en el sistema radicular, reduciendo la absorción de nutrientes y afectando negativamente el desarrollo del cultivo.

Por otro lado, una humedad insuficiente limita la disponibilidad de agua para las plantas, lo que puede conducir al marchitamiento y a una menor tasa de crecimiento. Es esencial mantener niveles óptimos de humedad en el suelo para asegurar un desarrollo saludable de los cultivos.

Además, la variabilidad de la humedad del suelo afecta directamente el crecimiento de las plantas; una baja absorción de agua reduce también la absorción de nutrientes, lo que se refleja en una menor tasa de crecimiento y, por ende, en un menor rendimiento.

Por lo tanto, es fundamental monitorear y gestionar adecuadamente la humedad del suelo para optimizar la salud y productividad de los cultivos (Ruiz, A, 2021).



En los sustratos con residuos de bovino, es común observar una mayor retención inicial de humedad debido a la composición del estiércol, que contiene fibras orgánicas y compuestos nitrogenados que favorecen esta propiedad. No obstante, la variación de la humedad también está determinada por factores ambientales, como la temperatura y la frecuencia del riego, así como por el balance entre la capacidad de retención del sustrato y su drenaje (Stewart,B.A. 2021).

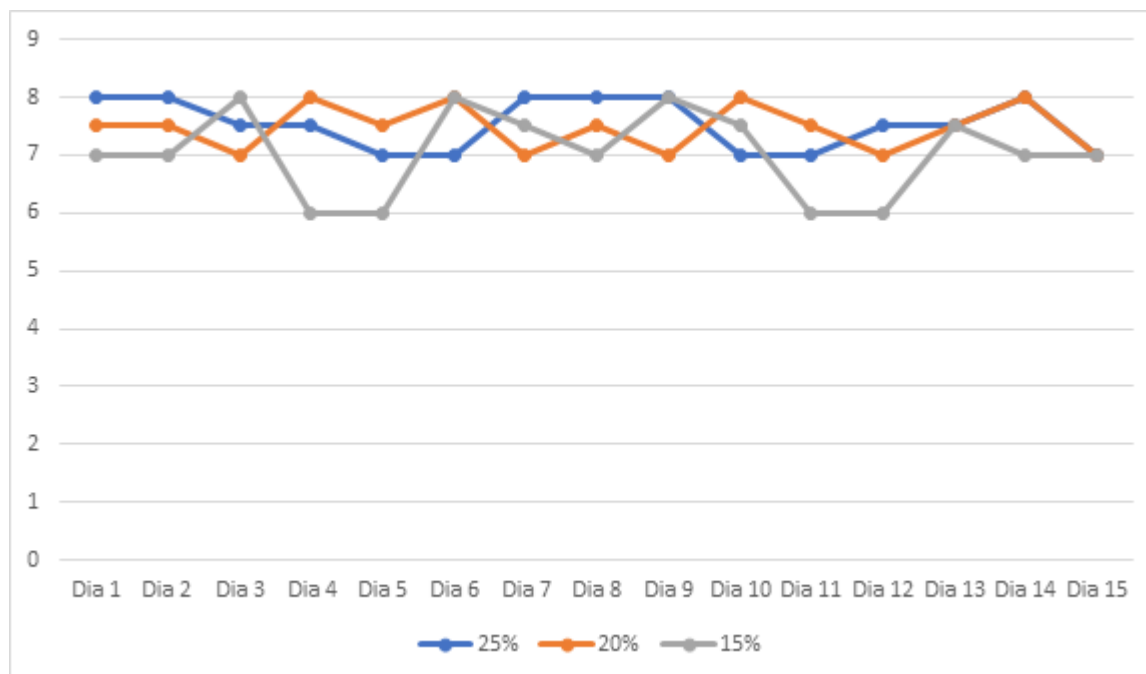


Figura 8 . Parámetros de pH en tratamientos de bovino y polvo de hueso al 25%, 20% y 15%

Nota: Elaboración propia.

En la Figura 8 se observan las variaciones de pH de los tratamientos D, E y F siendo estos resultados dentro del rango estandarizado para tomarlo como un resultado optimo dentro de los tratamientos propuestas, se puede mencionar que el tratamiento D es la que mantiene un rango más estable y constante con respecto a los tratamientos E y F.

"El pH del suelo es un factor crítico en la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Un pH estable y dentro del rango adecuado (6.0 a 7.5) permite una mejor absorción de los nutrientes esenciales, mientras que variaciones significativas pueden limitar su disponibilidad y afectar el desarrollo de los cultivos" (Brady y Weil, 2017).

Esto se debe a que una mayor cantidad de residuos genera una actividad microbiana más intensa, lo que a su vez influye en la liberación de iones que alteran el pH del medio (Cole, M.A. 2020)

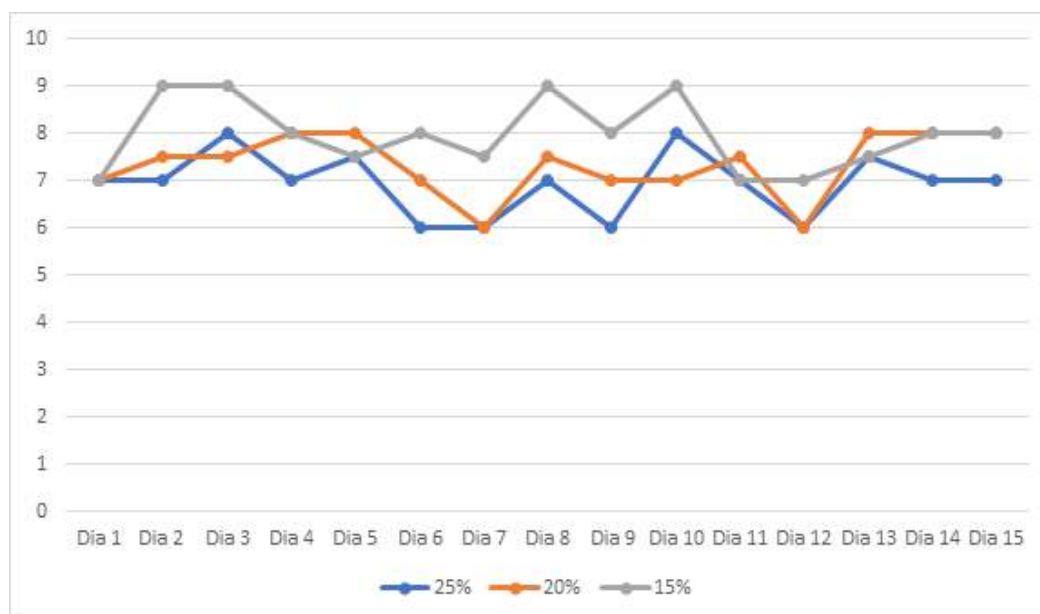


Figura 9. Parámetros de pH en tratamiento de conejo y polvo de hueso al 25%, 20% y 15%

Nota: Elaboración propia.

En la Figura 9 se observan las variaciones de pH en los tratamientos A, B y C mostrando unas variaciones considerables con respecto a las variaciones de pH de los tratamientos D, E y F, de los tratamientos primeramente mencionados la más destacada es los tratamientos B que mantiene rangos más estables y dentro del rango óptimo.

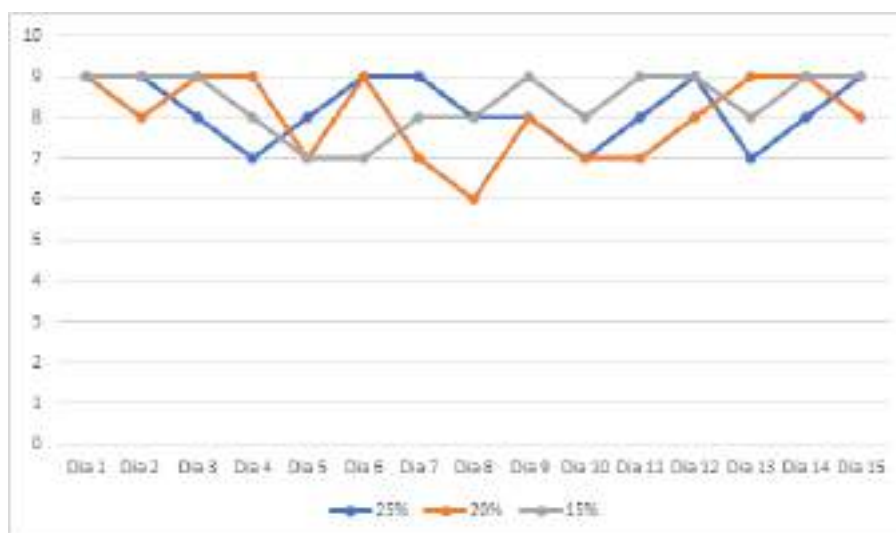


Figura 10. Parámetros de humedad en tratamiento de conejo y polvo de hueso al 25%, 20% y 15%

Nota: Elaboración propia. La unidad de medida del eje “Y” es porcentaje (%).

En la Figura 10 se presentan los resultados de humedad de los tratamientos A, B y c, mostrando unas variaciones más estandarizadas y siendo el tratamiento C la que más constante se mantiene con respecto a las otras.

Durante las primeras etapas de crecimiento, las plantas tienden a requerir más humedad para el establecimiento de las raíces, mientras que, en etapas avanzadas, como la floración o fructificación, las demandas pueden variar dependiendo del tipo de cultivo. Además, la humedad afecta directamente la disponibilidad de nutrientes y la actividad microbiana en el suelo (Brady,N.C. 2022).

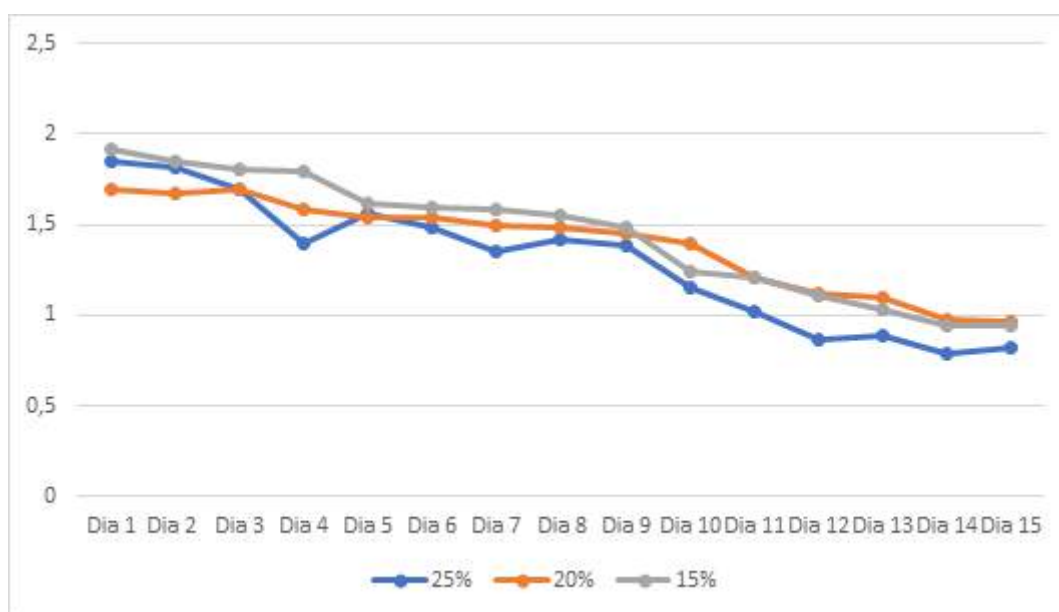


Figura 11. Parámetros de conductividad en tratamientos de conejo y polvo de hueso al 25%, 20% y 15%

Nota: Elaboración propia. La unidad de medida del eje “Y” es microsiemens ((μ S/cm).

En la Figura 11 se observa cómo han ido los resultados de la conductividad eléctrica de los tratamientos A, B y C, destacando el tratamiento C con respecto a sus semejantes, esto nos da una perspectiva más amplia sobre el mejor tratamiento a usar, ya que no la que tiene más cantidad presenta mejores resultados.

Estos resultados son consistentes con lo señalado en la literatura, que establece que la conductividad depende tanto de la cantidad de nutrientes disponibles como de las prácticas de manejo, como la frecuencia y cantidad de riego, que afectan directamente la dinámica de las sales en el suelo (Corwin,D.L. 2021)

5.Conclusiones

La producción de rábanos y otras hortalizas en Yucatán presenta desafíos específicos, como suelos poco profundos, altas temperaturas y disponibilidad irregular de agua.

Sin embargo, la implementación de técnicas adecuadas permite su éxito y replicabilidad en otros contextos similares.

Entre las condiciones de replicación se tienen los siguientes:

- Adaptación al suelo:

La incorporación de composta mejora significativamente las condiciones de los suelos calcáreos y pobres en materia orgánica, aumentando su capacidad de retención de agua y nutrientes.

- Aprovechamiento de recursos locales:

El uso de residuos pecuarios como materia prima para fertilizantes orgánicos crea un modelo sostenible y replicable en regiones ganaderas similares.

- Sistemas de manejo sostenible:

La rotación de cultivos y el uso de hortalizas de ciclo corto, como el rábano, contribuyen a diversificar la producción y reducir la degradación del suelo.

- Modelo para agricultura de traspatio:

Este enfoque es particularmente aplicable en comunidades rurales, donde los sistemas de traspatio son comunes y existe un acceso limitado a insumos agrícolas comerciales.



La valorización de los residuos sólidos orgánicos provenientes de la ganadería en el oriente de Yucatán representa una oportunidad clave para impulsar la sostenibilidad ambiental y económica.

El objetivo de este estudio, que consistía en valorizar los residuos a través del reciclaje de heces de ganado y polvo de hueso, se logró con éxito. La incorporación de estos residuos orgánicos como componentes del sustrato demostró ser una estrategia eficaz para transformar materiales previamente considerados desechos en recursos útiles para la agricultura. El estiércol de ganado y el polvo de hueso no solo mejoraron la calidad del sustrato, sino que también contribuyeron al aprovechamiento sostenible de residuos agropecuarios, promoviendo prácticas que favorecen la economía circular y reducen el impacto ambiental. Este enfoque ofrece una solución viable para el manejo adecuado de los residuos pecuarios, mientras que fomenta la producción agrícola de manera sostenible.



6. Referencias

- o Aguilar, R y Salazar, P. (2020). Biodigestores y su impacto en la gestión de residuos ganaderos: Estudio en comunidades rurales de Yucatán. *Ciencias Pecuarias*, 34-47.
- o Appelhof, M. (1997). How to Set Up and Maintain a Worm Composting System. Flower Press capitulo 4.
- o Cantero-Flores, Anabel, Bailón-Morales, Rogelio, Villanueva-Arce, Ramón, Calixto-Mosqueda, María del Carmen, & Robles-Martínez, Fabián. (2016). Composta elaborada con residuos verdes como mejorador de un suelo urbano. *Ingeniería agrícola y biosistemas*, 8(2), 71-83. Epub 01 de septiembre de 2020. <https://doi.org/10.5154/r.inagbi.2016.10.003>
- o Chander, M., Kumar, S., & Gupta, A. K. (2013). Vermicomposting of livestock manure: A review. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(1), 1-14. doi: 10.1007/s40093-013-0016-9
- o Diaz, L. Savage y Eggerth, L. (2007). Chapter 5 Recycling. In *Composting and Recycling Municipal Solid Waste*. CRC Press.
- o Esqueda-Escárcega, G. M., Fuentes-Rivera, R. A., & Juárez-López, P. (2018). Composting of cattle manure with addition of bone meal as alternative nutrient source. *Journal of Environmental Management*, 217, 287-294. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.03.078
- o Edwards, C y Arancon, N. (2004). *Eartworm Ecology*. CRC Press.
- o García-García, J. D., González-Montaña, J. R., & Gómez-Merino, F. C. (2018). Production of vermicompost from livestock manure using *Eisenia foetida*: Effect of bone meal addition. *Journal of Environmental Management*, 223, 59-65. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.06.080
- o Gul, S., & Whalen, J. K. (2016). Assessing the suitability of composted cattle manure and municipal biosolids for land application. *Journal of Environmental Management*, 183, 894-902. doi: 10.1016/j.jenvman.2016.08.072
- o Haug, R. (1993). *The Practical Handbook of Compost Engineering*. CRC Press.
- o Hernández, C y Jiménez, T. (2021). Sostenibilidad energética en áreas rurales a partir de residuos orgánicos: El caso de Yucatán. 66-79.
- o Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias ([INIFAP] 2020). Avances en la restauración de suelos con tecnologías sustentables Recuperado en 17 de diciembre de 2024, de: <https://www.gob.mx/inifap/prensa/avances-en-la-restauracion-de-suelos-con-tecnologias-sustentables>
- o Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI] (2023). Censo Agropecuario 2022, Resultados, oportunidades del Estado de Yucatán. Recuperado en 17 de diciembre de 2024, de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/caqf/2022/doc/CA2022_ROYUC.pdf
- o Insam, H y Bertoldi, M. (2007). *Microbiology of Composting*.



- o Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (8 de octubre). DOF. México. 2003. Consultado en: <https://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/libros2009/190117.pdf>
- o López, D y Gómez, A. (2020). Energía renovable y gestión de residuos ganaderos en el oriente de Yucatán. Ciencias Sostenibles.
- o Martínez Gutiérrez y Rivas. L. (2018). Valorización de residuos sólidos orgánicos en la ganadería del oriente de Yucatán: Retos y oportunidades. Ciencias Ambientales , 45-58.
- o Pérez Espejo, Rosario. (2008). El lado oscuro de la ganadería. Problemas del desarrollo, 39(154), 217-227. Recuperado en 17 de diciembre de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362008000300011&lng=es&tlng=es.
- o Poot, H, A. y Díaz, A. J. (15 de junio de 2023). Ganadería en Yucatán: retos y oportunidades para un consumo responsable. Divulgación de la Ciencia UNAM-ENES. Recuperado el 17 de diciembre de 2024, de: <https://blog.enesmerida.unam.mx/ganaderia-en-yucatan-retos-y-oportunidades-para-un-consumo-responsable/>
- o Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos([PEPGIR], (2008). Diario Oficial del Estado de Yucatán. Recuperado en 17 de diciembre de 2024, de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/187447/Yucatan.pdf>
- o Rynk, R Van de Kamp. (1992). On-Farm Composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service (NRAES).
- o Trautmann, N y Krasny, M. (1997). Composting in the Classroom: Scientific Inquiry for High School Students. Cornell University..
- o Vargas, S. (2020). Microorganismos del suelo y su impacto en la salud de las plantas. Editorial Bionatura.
- o Widman. F, Herrera R. F. y Cabañas V.D. (2005). El uso de composta proveniente de residuos sólidos municipales como mejorador de suelos para cultivos en Yucatán. Estudios preliminares. Ingeniería 9-3 (2005) 31-38.
- o Zavala Torres y Morales, L. (2017). Transformación de residuos orgánicos en fertilizantes a través del compostaje: Experiencias en el sureste mexicano. Agrícola Sustentables, 56-72.



Scrum y Kanban: versatilidad y flexibilidad que impulsan la productividad en diversos sectores

Romero, Cruz-Clara¹, Sánchez, Olarte-Josset², Hernández, Cruz-Araceli³, Hernández, Hernández-Alejandro⁴.

48. Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, clara.romero@smartin.tecnm.mx
49. Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, josset.sanchez@smartin.tecnm.mx
50. Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, araceli.hernandez@smartin.tecnm.mx
51. Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, alejandro.hernandez@smartin.tecnm.mx

Resumen: En un mundo empresarial cambiante y complejo como el actual, las empresas deben encontrar estrategias para prosperar y ser competitivas; el factor clave es la agilidad, entendida esta no como velocidad, si no como la capacidad de adaptarse y responder a las demandas del entorno de forma rápida, identificando más y mejores oportunidades en un ambiente de mejora continua. Una estrategia útil para optimizar los procesos de producción es utilizar metodologías de naturaleza ágil como Scrum y Kanban, que además de ser flexibles, se adaptan a cualquier entorno de producción. El objetivo que persigue esta investigación es explorar la versatilidad y flexibilidad de Scrum y Kanban, y su impacto en la productividad en sectores diversos, tanto de desarrollo de software como de manufactura y servicios; a través de examinar las características clave de ambos enfoques, destacando cómo cada uno puede ser adaptado para satisfacer las necesidades específicas de las organizaciones.

Palabras clave: Empresa, implementación, Kanban, metodología, Scrum.

Abstract: In today's changing and complex business world, companies must find strategies to thrive and be competitive; the key factor is agility, understood not as speed, but as the ability to adapt and respond to the demands of the environment quickly, identifying more and better opportunities in an environment of continuous improvement. A useful strategy to optimize production processes is to use agile methodologies such as Scrum and Kanban, which, in addition to being flexible, adapt to any production environment. The objective of this research is to explore the versatility and flexibility of Scrum and Kanban, and their impact on productivity in diverse sectors, both software development and manufacturing and services; by examining the key characteristics of both approaches, highlighting how each can be adapted to meet the specific needs of organizations.

Keywords: company; implementation; kanban, methodology, scrum.



1. Introducción

La creciente necesidad de adaptabilidad y eficiencia en el entorno empresarial actual ha impulsado la adopción de metodologías ágiles, que buscan optimizar los procesos de trabajo y mejorar la colaboración dentro de los equipos. Entre estas metodologías Scrum y Kanban se destacan por su flexibilidad y efectividad, permitiendo a las organizaciones gestionar proyectos de forma dinámica y eficiente, respondiendo de forma rápida a los cambios y desafíos del mercado. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, la implementación de estas metodologías puede variar significativamente según el contexto de cada empresa. Este artículo tiene como objetivo explorar la versatilidad de Scrum y Kanban en diferentes entornos empresariales. Scrum, en particular, nació en la década de 1990 como una respuesta a las limitaciones de los enfoques tradicionales de gestión de proyectos en el desarrollo de software. Su estructura iterativa e incremental, junto con la definición de roles claros y ceremonias específicas, permitió a los equipos adaptarse mejor a los cambios y entregar productos de manera más eficiente y en plazos más cortos. Kanban, cuyo origen está en la manufactura japonesa, específicamente en Toyota, es un sistema de gestión visual que se enfoca en la gestión continua de tareas a medida que estas se desplazan a través de un flujo de trabajo. Este artículo explora cómo Scrum y Kanban han transformado la manera en que los equipos gestionan el flujo de trabajo y abordan los desafíos de productividad.

Los principios teóricos que fundamentan la aplicación de metodologías ágiles tienen eco en autores como Armendáriz, (2023), quién en su artículo: La metodología Scrum en el sistema de gestión de calidad en una empresa de manufactura de grifería, analiza la factibilidad de la metodología Scrum en el sistema de gestión de calidad en la producción de grifería en una empresa ecuatoriana, para garantizar que el producto cumple con las políticas establecidas por la entidad, teniendo efectos positivos en el desempeño de la organización, la satisfacción del cliente, la reducción de costos y la mejora continua en la calidad, evolucionando según los requerimientos del cliente. Esta autora hace visible la flexibilidad de esta metodología en un contexto empresariales distinto al de desarrollo de software.

Al respecto, también Medina, et al. (2023). En su trabajo: Caso de estudio para la implementación de procesos y/o metodologías ágiles en proyectos desarrollados bajo metodologías tradicionales, aborda el diverso mundo de posibilidades con las que se puede ejecutar un proyecto en las organizaciones, y que la aplicación de metodologías ágiles en años recientes, muestran resultados favorables para su utilización en empresas y proyectos de distinta naturaleza, dejando en evidencia que las empresas que desarrollan proyectos bajo metodologías ágiles adquieren beneficios en términos de tiempo, minimización de riesgos y errores.



Bendezu, et al. (2024). Por su parte, profundiza en la capacidad de adaptación de la metodología kanban en diferentes entornos y equipos de trabajo, para aumentar la productividad y maximizar la producción optimizando los recursos, esto en su artículo titulado: Mejora de la productividad en los procesos de manufactura de una empresa de confección empleando 5S, Kanban y SMED.

Bermúdez, et al. (2024), abordan este tema y abonan al mismo en su escrito: Metodologías ágiles para la toma de decisiones, donde destacan que cada día las empresas tienen la necesidad de tomar decisiones que resultan trascendentales para asegurar su permanencia en el tiempo; dichos autores exploraron las raíces de Scrum y Kanban y su importancia en el aumento de la eficiencia y la eficacia en la producción y su migración hacia ámbitos de aplicación diferentes al desarrollo de software como es el caso específico de Scrum.

El objetivo de esta investigación es analizar la versatilidad y flexibilidad de las metodologías ágiles Scrum y Kanban y su aplicación en diversos sectores fuera del desarrollo de software. Se busca comprender cómo estos marcos ágiles pueden adaptarse a diferentes contextos organizacionales para mejorar la productividad, optimizar el flujo de trabajo y fomentar la colaboración entre los equipos. Además, se muestran las características fundamentales de cada metodología y su impacto en la eficiencia operativa, destacando los beneficios y desafíos al implementarlas en sectores como manufactura, servicios y otros campos no relacionados con el software."

2. Sustento teórico

Los enfoques teóricos que sustentan la investigación y que son de importancia para comprender los resultados obtenidos en este estudio sobre implementación de metodologías Scrum y Kanban en el ámbito empresarial, se analizarán a la luz de sus características fundamentales.

Características fundamentales de Scrum y Kanban y su impacto en la eficiencia operativa

Scrum



Es un marco de trabajo ágil que define prácticas y roles clave para gestionar proyectos, permite a los equipos autoorganizarse y fomenta la comunicación entre todos los miembros involucrados. Los roles principales son el ScrumMaster, encargado de mantener los procesos; el ProductOwner, que representa a los interesados del proyecto; y el Team, compuesto por los desarrolladores. Scrum se basa en la idea de que los requisitos del cliente pueden cambiar durante el proyecto y que los desafíos imprevistos son comunes. Su enfoque se centra en maximizar la capacidad del equipo para entregar resultados rápidamente y adaptarse a los requisitos emergentes. (Velázquez, 2020)

El Product Owner

Es responsable de gestionar y organizar la pila de producto, asegurando que el equipo de desarrollo comprenda cada elemento. Solo él puede modificar o actualizar la prioridad de los elementos, y sus decisiones son clave para el equipo, debiendo ser respetadas por todos los miembros de la empresa. (Larman, 2003, citado en Armendáriz, 2022)

El Scrum Máster

El Scrum Máster facilita la comunicación del equipo, asegurando que se cumplan los objetivos de la iteración y que los miembros adopten adecuadamente los métodos utilizados. Elimina obstáculos que impiden un buen desempeño y protege al equipo de distracciones. Trabaja estrechamente con el Product Owner para mantener el equilibrio entre eficiencia y calidad. Además, entrena al equipo en buenas prácticas y fomenta el uso de herramientas que aseguren el cumplimiento de los requisitos en cada iteración. (Goncalves, 2018)

El equipo de desarrollo

Se recomienda que el equipo de desarrollo tenga entre tres y nueve miembros para un desempeño ágil y exitoso. Los roles internos son decididos por los integrantes del equipo, quienes son capaces de realizar entregas de incrementos sin depender de fuentes externas. (Petersen & Wohlin, 2010, citados en Armendáriz, 2022)

Sprint



El Sprint es el corazón de la metodología Scrum, dividiendo el trabajo en ciclos ágiles y eficientes de duración máxima de un mes. Cada Sprint tiene un diseño flexible que permite la ejecución del trabajo y genera un incremento del producto. Durante su planificación, no deben realizarse cambios en su duración para evitar riesgos en los objetivos. El trabajo se organiza de manera prioritaria, enfocándose en la calidad del producto, sin tiempo de inactividad entre Sprints. Solo el Product Owner puede cancelar un Sprint. Además, se puede pronosticar el avance del producto a medida que se completan los Sprints, ajustando el proceso para mejorar en futuras iteraciones y asegurar entregas ágiles y valiosas. (Qasaimeh & Abran, 2010, citado en Armendáriz, 2022)

Planificación del sprint

En la planificación del Sprint, se busca garantizar la calidad del producto mediante la colaboración y el criterio del equipo. Los eventos tienen una duración variable, siendo más cortos para Sprints pequeños, con un máximo de 8 horas al mes. Se definen los objetivos y las tareas necesarias para alcanzarlos, y el ScrumMaster asegura que se cumplan en el tiempo establecido. El equipo de desarrollo es responsable de seleccionar los elementos de la pila de producto y valorar los objetivos, asegurando que el trabajo sea alcanzable en el Sprint. Durante la planificación, se puede ajustar el trabajo estimado y negociar con el Product Owner si se considera necesario. Al final del Sprint, el equipo debe estar preparado para comunicar su plan al Product Owner y ScrumMaster, asegurando la autonomía en la ejecución del trabajo y el desarrollo del incremento del producto. (Uludag et al, 2019, citado en Armendáriz, 2022)

Scrum diario

El Scrum diario es un evento breve, de no más de 15 minutos, que organiza y armoniza las acciones del equipo, creando la planificación para la jornada siguiente. Durante esta reunión, se revisa el avance del Sprint, se evalúa el trabajo realizado y se identifica el valor a agregar en la iteración. El Scrum diario fomenta la comunicación, elimina reuniones innecesarias, identifica y elimina impedimentos, y optimiza el rendimiento del equipo. Se realiza a la misma hora y lugar para mantener un ambiente cómodo. Después del Scrum, los miembros pueden reunirse para discutir detalles o hacer ajustes al trabajo del Sprint.

Revisión del sprint.



La revisión del Sprint se lleva a cabo al final de cada iteración, donde se examina el incremento y se ajusta la pila de producto si es necesario. En esta reunión, el equipo Scrum y las partes interesadas revisan lo que se ha logrado, identifican inconvenientes y proponen soluciones. El Product Owner analiza el estado de la pila de producto y establece estimaciones para los próximos pasos. La reunión se realiza de manera informal para fomentar la participación y es clave para planificar futuras entregas. Además, se evalúa el mercado y los presupuestos para considerar mejoras en el siguiente Sprint. La reunión no debe superar las 4 horas al mes. (Armendáriz, 2022)

Tabla 1. Ficha sinóptica de Scrum.

PILA DEL PRODUCTO	PLANIFICACIÓN DEL SPRINT	SPRINT	REVISIÓN DEL SPRINT
Relación de requisitos del producto, sin excesivo detalle. Priorizados. El propietario del producto es su responsable y quien decide	El propietario del producto expone prioridades y resuelve dudas. El propietario del producto, el scrum mánager y el equipo determinan los objetivos del sprint.	Ciclo de desarrollo básico de SCRUM en el que se desarrolla un incremento del producto. En reunión diaria, el scrum mánager, el equipo, los interesados y el propietario del producto dan resolución al trabajo y resuelven trabas	Reunión informativa moderada por el Scrum mánager, se presenta el incremento, planeamiento de sugerencias y anuncio del próximo sprint.

Fuente: (propia con base en Velázquez, 2020)

En Scrum, el trabajo se organiza en iteraciones llamadas sprints, que duran entre una y cuatro semanas, y cada una culmina con un producto entregable, como software o planos. Al final de cada sprint, el producto se presenta al cliente para recibir retroalimentación, y el equipo analiza su desempeño, enfocándose en mejorar continuamente tanto el "qué" se ha hecho como el "cómo" se ha trabajado. El equipo se autoorganiza, lo que implica responsabilidad y compromiso, mientras que líderes y clientes colaboran para facilitar el proceso y resolver impedimentos. Los requisitos deben estar priorizados según su valor para el negocio, y mantener un ritmo de trabajo constante permite que el equipo sea más predecible y optimice su productividad. En Scrum, cada sprint abarca todas las fases de creación del producto, desde la planificación hasta la comprobación de lo entregado. (Lasa, Álvarez & de las Heras, 2018)

Kanban



Kanban es un marco de trabajo que sigue los principios del manifiesto ágil y se enfoca en un flujo continuo de trabajo. A diferencia de enfoques como Scrum, que utiliza lotes de tareas agrupadas y periodos de tiempo definidos para entregarlas, Kanban permite que cada solicitud, una vez priorizada, sea desarrollada de forma individual. Este sistema es especialmente adecuado para situaciones que presentan características específicas que requieren una gestión flexible y continua del trabajo; y es un excelente marco de trabajo para ser incorporado en casos en los que se tengan las siguientes características:

- Se requiere una respuesta rápida ante cada pedido.
- Se requiere un procesamiento continuo, no ante periodos definidos de tiempo.
- Se cuenta con un equipo de trabajo con capacidad para auto gestionar su trabajo y tomar decisiones de compromiso para acelerar los tiempos y las entregas.
- Se deben incorporar características y cambios, en estas etapas tardías del ciclo de desarrollo.

Kanban es un marco ágil que destaca por su enfoque en el flujo continuo de trabajo, permitiendo una mayor flexibilidad y adaptación a las necesidades cambiantes del proyecto. A diferencia de otros métodos como Scrum, que se basan en entregas periódicas de lotes de tareas, Kanban ofrece un enfoque más fluido y adaptable, ideal para entornos donde las demandas son cambiantes y se requiere un control más detallado del proceso de trabajo individual. Su capacidad para priorizar tareas y gestionarlas de manera continua lo convierte en una herramienta efectiva en contextos donde la flexibilidad y la eficiencia son esenciales. (Lledó, 2014)

Kanban es un sistema de control de producción basado en señales visuales que regula el flujo de materiales y asegura el reabastecimiento continuo en una cadena de suministro. Utiliza métodos como tarjetas, tableros o señales electrónicas, cuya elección depende de las características del producto y las condiciones de la empresa. En una cadena de producción, los centros de trabajo están interconectados, y Kanban controla el reaprovisionamiento mediante señales que indican cuándo un centro necesita más material. Este sistema permite que cada centro de trabajo solicite al anterior el material necesario para continuar el proceso, asegurando que se produzca justo a tiempo y sin interrupciones.

El sistema Kanban asegura que el primer centro de trabajo proporcione la materia prima y el último entregue el pedido al cliente cuando lo solicite. Los centros intermedios gestionan el producto semiacabado, el cual avanza por la cadena de producción, recibiendo los materiales necesarios conforme los demanda el proceso anterior. Un diseño adecuado de Kanban es crucial para controlar la producción, generando solo las cantidades necesarias en el momento preciso, reduciendo inventarios y eliminando actividades que no agregan valor, lo que a su vez disminuye los costos de producción.

Los objetivos del sistema kanban son:



- Establecer una programación en la que se pueda visualizar la producción.
- Controlar el flujo de material.
- Impulsar el mantenimiento de los procesos estandarizados.
- Evitar la sobreproducción.
- Controlar los inventarios.
- Incrementar y mejorar la comunicación entre procesos y centros de trabajo.
- Minimizar el producto en proceso. (Gisbert, et al. 2018)

Tabla 2. Tablero Kanban.

TABLERO KANBAN		
POR HACER <i>TO DO</i>	EN PROGRESO <i>IN PROGRESS</i>	FINALIZADO <i>DONE</i>
Conjunto de tareas que están planificadas para ser ejecutadas, pero que aún no han comenzado, los ítems de trabajo están listos para ser iniciados tan pronto como haya capacidad disponible para ello. Las tareas ya han sido priorizadas según su importancia.	Tareas que están actualmente siendo trabajadas, los miembros del equipo están dedicados a realizar las tareas según sus capacidades y prioridades; los recursos están siendo utilizados para completar las tareas y el equipo está en proceso de cumplir con los requisitos establecidos.	Tareas que han sido finalizadas completamente, cumpliendo con los requisitos establecidos y alcanzando el resultado esperado. Una vez que una tarea se mueve a <i>Done</i> significa que ya está lista para su entrega, revisión o implementación y que ha cumplido con los criterios de aceptación establecidos.

Fuente: (autoría propia)

El sistema Kanban ofrece un enfoque flexible y eficiente para la gestión del flujo de trabajo, permitiendo que los equipos optimicen su rendimiento y mantengan un control preciso sobre el progreso de las tareas. A través de sus tres etapas clave —“To Do”, “In Progress”, y “Done”— Kanban facilita la organización y visualización del trabajo, asegurando que cada tarea se gestione de manera efectiva desde su inicio hasta su finalización. La limitación del trabajo en curso y la priorización adecuada de tareas son elementos esenciales que permiten mantener un flujo de trabajo continuo y predecible, evitando la sobrecarga y mejorando la productividad del equipo. Además, la transparencia y la retroalimentación constante fomentan la colaboración y la mejora continua, lo que es crucial para enfrentar los retos y cambios en los proyectos. En definitiva, Kanban es una herramienta poderosa para equipos que buscan aumentar su eficiencia, reducir tiempos de espera y adaptarse rápidamente a las necesidades cambiantes del entorno de trabajo.

Beneficios y desafíos al implementarlas en sectores como manufactura, servicios y otros campos no relacionados con el software.

La metodología Scrum en el sistema de gestión de calidad en una empresa de manufactura de grifería. (Armendáriz, 2022).



En la planta de grifería, los procesos clave aplicados con el método Scrum incluyen Fundición, Tornería, Pulido, Cromado, Montaje y Plásticos, con el objetivo de obtener un incremento del producto y reducir las mermas. Los roles involucrados son ScrumMaster (SM), Product Owner (PO) y Development Team (DT). Diariamente, el equipo se reúne por un máximo de 15 minutos para abordar cuestiones como el trabajo realizado, las tareas próximas y los impedimentos. El ScrumMaster documenta los puntos clave, y el Product Owner decide si es necesario rehacer algún trabajo. Si hay errores, se reinicia el proceso y se ajusta el Sprint Backlog. Al finalizar el proceso, se produce un incremento aprobado del producto y se actualiza la pila de producto con los avances.

Los beneficios del uso de la metodología Scrum según la autora, en la empresa de manufactura de grifería impacta en varios aspectos clave que destacan cómo Scrum contribuye a mejorar los procesos y resultados en la planta de grifería:

1. Mejora continua en los procesos: La implementación de Scrum, junto con el cumplimiento de la norma ISO 9001:2015, permitió a la empresa de grifería mejorar sus procesos de fabricación de manera continua. Scrum proporcionó una estructura ágil que facilitó la adaptación y mejora constante, alineándose con los principios de mejora continua que promueve la ISO 9001.
2. Reducción de defectos en la fabricación: Gracias a la metodología Scrum, se logró minimizar los defectos en los procesos de fabricación, mejorando la calidad del producto final. Scrum ayudó a realizar ajustes rápidos y a identificar áreas de mejora de manera ágil, lo que se tradujo en menos retrabajos y productos defectuosos.
3. Satisfacción del cliente: Scrum permitió a la empresa ser más flexible y receptiva a las demandas del cliente. Al mejorar la eficiencia y calidad del proceso de fabricación, la empresa pudo entregar productos que cumplieran con los estándares de calidad, lo que resultó en una mayor satisfacción del cliente.
4. Reducción de costos: La integración de Scrum con el sistema de gestión de calidad ISO 9001 permitió optimizar los recursos y procesos de producción, lo que contribuyó a la reducción de costos operativos. La mejora en la eficiencia de los equipos y la reducción de defectos ayudaron a disminuir los costos asociados a retrabajos y desperdicios.
5. Posicionamiento competitivo: La aplicación conjunta de Scrum y la norma ISO 9001:2015 permitió a la empresa estar a la vanguardia en el mercado de grifería, destacándose por su capacidad de adaptación, calidad del producto y agilidad en la respuesta a los cambios en el mercado.
6. Eficiencia en la gestión de cambios: Scrum ayudó a la empresa a reaccionar de manera eficiente ante los cambios en los requisitos del cliente o en el entorno de producción. La flexibilidad del enfoque



Scrum facilitó la gestión de cambios y permitió a la empresa adaptarse rápidamente a nuevas demandas o a situaciones imprevistas.

7. Mejora en el desempeño del equipo de trabajo: La metodología Scrum contribuyó al desarrollo de un equipo de trabajo más cohesionado y eficiente. El enfoque colaborativo de Scrum y la división del trabajo en sprints ayudaron a mejorar la organización y productividad del equipo.

Mejora de la productividad en los procesos de manufactura de una empresa de confección empleando kanban. (Bendezu et al, 2024)

La implementación de Kanban en la gestión de producción en la empresa de confección mejoró significativamente la eficiencia operativa. Al utilizar este método visual de control de la producción, se optimizó el flujo de trabajo al proporcionar una visión clara y en tiempo real del estado de los procesos. En esta empresa textil, Kanban redujo el tiempo de ciclo de producción de casacas de 98.707 minutos a 81.71 minutos, logrando una mejora del 17.22%. Este sistema permitió un control más ágil de la producción, gestionando mejor la disponibilidad de materiales y personal, minimizando tiempos de espera y reduciendo inventarios. Además, facilitó la toma de decisiones informadas y adaptó la producción a la demanda del mercado. Se usó una ficha Kanban para empresas de confección medianas y pequeñas, con el objetivo de organizar las tareas en diferentes categorías (pendientes, prioritarias, en proceso y finalizadas) para mejorar la planificación y el control.



3. Metodología

El enfoque metodológico utilizado en este artículo es de tipo analítico-descriptivo, con un enfoque cualitativo. El objetivo es evaluar cómo las metodologías Scrum y Kanban, dos marcos ágiles ampliamente utilizados, impactan la productividad y eficiencia en diversos sectores industriales y empresariales. A través de una combinación de estudios de caso y revisión de literatura académica, se busca identificar las ventajas, limitaciones y áreas de aplicación más efectivas de estas metodologías. Se realiza una revisión de estudios previos, artículos académicos, libros y casos de empresas que han adoptado Scrum y Kanban. Esta revisión proporciona un marco para comprender los principios fundamentales de ambas metodologías y su evolución en diferentes contextos. Se lleva a cabo el análisis de casos específicos de empresas que han implementado Scrum y Kanban, destacando los resultados obtenidos en términos de mejora de la productividad, reducción de costos y tiempos, y aumento en la satisfacción del cliente. Los casos seleccionados abarcan sectores de manufactura. Los casos analizados se enfocan en las implicaciones para las empresas que buscan optimizar su productividad. A través de estos análisis de caso y la revisión de literatura, se identifican los impactos de estas metodologías en la productividad y la eficiencia.

4. Resultados, discusión

Los beneficios obtenidos por la empresa de grifería y la empresa de confección se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Beneficios de aplicación de Scrum y Kanban en una empresa de grifería y en una empresa textil.

Sector	Metodología	Mejoras clave
Manufactura (grifería)	Scrum + ISO 9001:2015	• Mejora de los procesos • Reducción de defectos en la fabricación. • Mayor satisfacción del cliente. • Reducción de costos operativos. • Posicionamiento competitivo en el mercado. • Mayor eficiencia en la gestión de cambios. • Mejor desempeño de equipos de trabajo
Manufactura (empresa textil)	Kanban	• Reducción de tiempos de ciclo en la fabricación de productos (17.22%) • Optimización del flujo de trabajo y mejor gestión de inventarios.



		Disminución de los tiempos de producción de casacas de 98.707 a 81.71

Fuente: (autoría propia)

Discusión

La implementación de Scrum y Kanban en diversos sectores demuestra que ambas metodologías mejoran significativamente la productividad y la eficiencia operativa. Scrum es eficaz en sectores donde se requieren entregas incrementales y ciclos de trabajo definidos, Kanban sobresale en entornos de flujo continuo como la manufactura, donde la visualización y gestión de inventarios son claves. Ambas metodologías fomentan una cultura de mejora continua, permitiendo ajustes rápidos y la eliminación de cuellos de botella. Sin embargo, la implementación exitosa depende de la capacidad organizacional para adaptarse a estos enfoques ágiles. La integración de Scrum y Kanban puede ser desafiante si no se gestionan adecuadamente sus diferencias, pero cuando se combinan, ambos enfoques pueden optimizar el rendimiento de manera significativa. Además, la capacitación de los equipos es crucial para asegurar una implementación eficaz. Scrum y Kanban proporcionan soluciones ágiles, pero requieren adaptarse cuidadosamente para maximizar sus beneficios.

5. Conclusiones

Las metodologías ágiles Scrum y Kanban mejoran la productividad y eficiencia en diversos sectores al fomentar la mejora continua, la flexibilidad y la capacidad de adaptación. Scrum es efectivo en entornos de desarrollo incremental de productos, mientras que Kanban optimiza el flujo de trabajo y recursos, siendo ideal para sectores como manufactura y logística. La implementación conjunta de ambas metodologías, adaptadas a las necesidades específicas de cada organización, puede generar beneficios significativos como la mejora de la calidad, reducción de costos y mayor satisfacción del cliente. En la manufactura de grifería, la integración de Scrum y normas como ISO 9001 ha demostrado ser eficaz para mejorar el desempeño y posicionar a las empresas a la vanguardia del mercado.



6. Referencias

- o Armendáriz, K. A. (2023). La metodología SCRUM en el sistema de Gestión de Calidad en una empresa de manufactura de grifería. Disponible a través de <https://retosdelacienciaec.com/Revistas/index.php/retos/article/view/446/520>
- o Bendezu, P., Vilchez, A., Velásquez, J. Vilchez, H. (2024). Mejora de la productividad en los procesos de manufactura de una empresa de confección empleando 5S, Kanban y SMED. Disponible a través de <https://ieomsociety.org/proceedings/2024bogota/44.pdf>
- o Bermúdez, J.P., Cortés, J.M., Rojas, A.F., (2024). Metodologías ágiles para la toma de decisiones. Disponible a través de https://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/13529/TRA_BAJO%20DE%20GRADO%20SOBRE%20METODOLOGIAS%20AGILES%20PARA%20LA%20TOMA%20DE%20DECISIONES.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- o Gisbert, V., Pérez, A.I., Pérez, E., Calabuig, M., Pons, B., Campoy, F.A., Almería, J., San Antonio, M.T., Kou-Vah, A.M., Castellano, L., Rojas, S. (2018). Cuadernos de investigación aplicada. Disponible a través de https://www.google.com.mx/books/edition/Cuadernos_de_investigaci%C3%B3n_aplicada/A2GUDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=kanban+caracter%C3%ADsticas&pg=PA10&printsec=frontcover
- o Gonçalves, L. (2018). Scrum. Controlling & Management Review, 62(4), 40-42. Disponible a través de <https://link.springer.com/article/10.1007/s12176-018-0020-3>
- o Lasa, C., Álvarez, A., de las Heras, R. (2018). Métodos ágiles Scrum, Kanban, Lean. Disponible a través de https://www.google.com.mx/books/edition/M%C3%A9todos_ágiles_Scrum_Kanban_Lean/M5ybDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=scrum+espa%C3%B1ol&pg=PT565&printsec=frontcover
- o Lledó, P. (2014). Gestión ágil de proyectos. Lean Project management. Disponible a través de https://www.google.com.mx/books/edition/Gesti%C3%B3n_ágil_De_Proyectos/kKLXCwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=kanban+caracter%C3%ADsticas&pg=PA184&printsec=frontcover



- o Medina, J., Pérez, S., Méndez, S. (2023). Caso de estudio para la implementación de procesos y/o metodologías ágiles en proyectos desarrollados bajo metodologías tradicionales. Disponible a través de <https://repository.universidadean.edu.co/server/api/core/bitstreams/1fad1751-45f9-488d-9926-8d90f4cd9bb60/content>
- o Velázquez, J. D. (2020). Desarrollo en cascada (waterfall) vs Desarrollo Agile-SCRUM. Disponible a través de <https://www.northware.mx/wp-content/uploads/2021/04/desarrollo-cascada-waterfall-vs-desarrollo-agile-scrum.pdf>



Sistema web para la predicción de consecuencias a largo plazo de Covid 19 (Fase 1)

Morales, Zamora- Vianney¹, Pedraza, Varela-Adriana ², y Montiel, Lira-Raymundo ³

52. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Nacional de México Campus San Martín Texmelucan, vianney.morales@smartin.tecnm.mx

53. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Nacional de México Campus San Martín Texmelucan, adriana.pedraza@smartin.tecnm.mx

54. División de Ingeniería en Sistemas Computacionales, Instituto Tecnológico Nacional de México Campus San Martín Texmelucan, raymundo.montiel@smartin.tecnm.mx

Resumen: Se presenta el resultado de entrevistar a especialistas de la salud para recopilar información sobre los síntomas post-COVID. Con base en los datos obtenidos, se diseñó un formulario destinado a la recolección de información relevante, dicho formulario fue validado por la Dra. Sandra Flores. Con la información de este formulario, se identificarán patrones, que permitan estimar posibles afectaciones futuras en la salud de las personas que padecieron COVID-19. El estudio establece un marco preliminar para el desarrollo de herramientas predictivas en el ámbito de la salud.

Palabras clave: Consecuencias, Covid, predicción, sistema, web.

Abstract: The results of interviews with healthcare specialists to gather information on post-COVID symptoms are presented. Based on the collected data, a form was designed to collect relevant information, and this form was validated by Dr. Sandra Flores. The data from this form will be used to identify patterns that allow the estimation of potential future health impacts on individuals who had COVID-19. The study establishes a preliminary framework for the development of predictive tools in the healthcare field.

Keywords: Consequences, Covid, prediction, system, web.



1. Introducción

La pandemia de COVID-19, causada por el virus SARS-CoV-2, ha tenido un impacto sin precedentes en la salud pública global. Desde su aparición a finales de 2019, la enfermedad ha afectado a millones de personas en todo el mundo, causando un número significativo de muertes y secuelas a largo plazo en los sobrevivientes (World Health Organization, 2020). En este contexto, la necesidad de herramientas que permitan predecir y mitigar las consecuencias a largo plazo del COVID-19 se ha vuelto primordial. El Sistema Web para el Análisis Predictivo de Afectaciones Futuras por COVID-19 es una plataforma que será diseñada para recopilar, analizar y predecir las posibles consecuencias a largo plazo del COVID-19 en la población. Esta iniciativa surge como respuesta a la necesidad de entender los efectos prolongados de la pandemia, aprovechando las técnicas avanzadas de ciencia de datos y algoritmos de inteligencia artificial para identificar patrones en los síntomas y otras variables relevantes. El objetivo principal es proporcionar estimaciones de futuras afectaciones en la salud. Como primer punto, la recolección de datos es un componente fundamental del sistema, abarcando detalles exhaustivos sobre las personas que han tenido COVID-19. Esto incluye información sobre los síntomas experimentados durante y después de la infección, la duración de la enfermedad, antecedentes familiares, hábitos y datos demográficos.

2. Delimitación contextual

Este estudio se enfoca en el análisis de los síntomas post-COVID a partir de entrevistas realizadas a especialistas de la salud y la recopilación de datos mediante un formulario diseñado específicamente para este propósito. Los datos obtenidos a través de este formulario incluyen información sobre el tratamiento recibido por los pacientes durante su enfermedad por COVID-19, la duración de los síntomas, y las medidas de prevención utilizadas. A través de las respuestas, se identifican patrones de recuperación, los tratamientos más frecuentes, y la presencia de efectos persistentes, como fatiga, problemas respiratorios y dificultades psicológicas. Esta información será fundamental para entrenar una red neuronal artificial, con el fin de predecir posibles afectaciones a largo plazo en la salud de las personas que padecieron COVID-19.

3. Metodología

La metodología empleada en este estudio se centra en la recolección de datos empíricos a través de entrevistas con especialistas de la salud y un formulario diseñado para obtener información relevante sobre los efectos post-COVID. El trabajo de campo se realizó con un grupo de 100 participantes, sin hacer mención directa de sus nombres ni de detalles identificativos, garantizando la anonimización de los datos.



Diseño del estudio

El enfoque del estudio es descriptivo y exploratorio. A través de un formulario estructurado, se recopiló información sobre los tratamientos recibidos por los pacientes durante su enfermedad por COVID-19, los síntomas persistentes y las medidas preventivas empleadas. Este formulario fue validado por la Dra. Sandra Flores, quien garantizó la pertinencia y fiabilidad de las preguntas formuladas, adaptándolas a las necesidades del estudio.

Fuentes de información

Se obtuvo información mediante entrevistas a especialistas, con el fin de crear un formulario que fue aplicado a 100 personas para conocer sus síntomas post-COVID. El formulario se dividió en varias secciones, entre las que destacan: datos demográficos, historial médico previo al COVID, detalles sobre el COVID, síntomas, estado de salud actual y estilo de vida.

4. Desarrollo

Se realizaron entrevistas breves a especialistas de la salud como lo son 3 médicos generales, 1 neumólogo, 2 cardiólogos, 1 neurólogo, 1 fisiatra y 1 psicólogo para obtener una perspectiva experta sobre los efectos post-COVID y las mejores prácticas en la gestión de estos síntomas.

La fuente principal de información proviene de los participantes del estudio, quienes fueron contactados mediante una plataforma en línea. El formulario se distribuyó de manera digital, asegurando que los participantes pudieran completarlo de forma anónima y cómoda. Proceso de recolección de datos

Los datos fueron obtenidos mediante un formulario con preguntas cerradas, diseñadas para obtener información sobre el tipo de tratamiento recibido, la duración de la enfermedad, la presencia de síntomas persistentes, la consulta con especialistas post-COVID y las medidas preventivas adoptadas por los pacientes.

En la tabla 1 se presentan algunas preguntas realizadas en el formulario.

Tabla 1. Preguntas del formulario

Antes del Covid, ¿tenías alguna enfermedad crónica?, por favor selecciona una o varias opciones
¿Tenías alguna alergia?
¿Tenías medicación diaria o reciente?
¿Alguna enfermedad hereditaria? (elige una o varias)
Fecha aproximada de Diagnóstico de COVID-19
Duración de la enfermedad en semanas (1, 2, 3, ...)
Síntomas Experimentados



Tratamiento recibido
Vacunación Contra COVID-19, numero de dosis recibidas a la fecha, desde el inicio del Covid.
Síntomas Persistentes o Nuevos
¿Ha consultado con un especialista post-COVID?
¿Cambios en la Capacidad Física o Mental?
Estado Psicológico
¿Realiza actividad física de forma regular?
Si respondió "Sí", ¿con qué frecuencia?
¿Con qué frecuencia consume frutas y verduras?
¿Cuántas horas duerme en promedio por noche?
¿Consumes bebidas alcohólicas?
¿Fuma cigarros?

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 1, se visualiza el inicio de formulario, donde se incluyó un mensaje con la privacidad y uso de los datos, y se les solicita a los usuarios aceptar los términos y condiciones, una vez explicado que el uso de los datos sería confidencial y de estudio.

Formulario para la creación del Sistema de Predicción de enfermedades Post Covid

Privacidad y Uso de los Datos

Los datos personales proporcionados en este formulario serán utilizados exclusivamente para fines de investigación y desarrollo de un sistema de predicción de enfermedades post-COVID. Toda la información se mantendrá confidencial y no será compartida con terceros sin tu autorización.

Los datos serán empleados para alimentar modelos predictivos que ayuden a identificar posibles afectaciones a la salud a largo plazo relacionadas con el COVID-19. La información recopilada será almacenada de forma segura y anonimizada para garantizar que no se pueda identificar a ninguna persona en los resultados del estudio o en el sistema de predicción.

Tu participación es completamente voluntaria, y puedes retirar tu consentimiento y solicitar la eliminación de tus datos en cualquier momento. Al participar, autorizas el uso de tu información exclusivamente para este propósito y bajo las condiciones de confidencialidad indicadas.

vianney.morales@itssmt.edu.mx [Cambiar cuenta](#)

No compartido

Acepto la privacidad y el uso de los datos, leídos anteriormente.

☐ Si acepto

[Siguiente](#) [Borrar formulario](#)

Figura 1. Inicio de formulario.

Fuente: Elaboración propia.



La figura 2, presenta un ejemplo de las preguntas realizadas en el bloque de historial médico pre-Covid.

HISTORIAL MÉDICO PRE-COVID

Antes del covid, tenías alguna enfermedad crónica, por favor selecciona una o varias opciones *

- ☐ Diabetes
- ☐ Hipertensión arterial
- ☐ Asma
- ☐ Insuficiencia cardíaca
- ☐ Obesidad
- ☐ Bronquitis crónica
- ☐ Enfisema pulmonar
- ☐ Cáncer
- ☐ Insuficiencia Renal Crónica
- ☐ Artritis y Osteoartritis
- ☐ Otro
- ☒ Ninguna

Figura 2. Historial médico pre Covid
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 3, se visualiza que el formulario fue aplicado a 50 mujeres y 50 hombres.

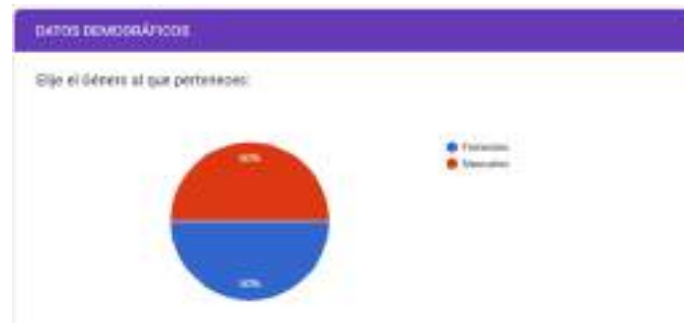


Figura 3. Datos demográficos.
Fuente: Elaboración propia.

En la figura 4, se presentan los síntomas experimentados durante la enfermedad de Covid 19, entre los que tienen mayor porcentaje son: dificultad para respirar, fiebre, ausencia del olfato, ausencia del gusto, tos y dolor de cabeza.

Síntomas Experimentados

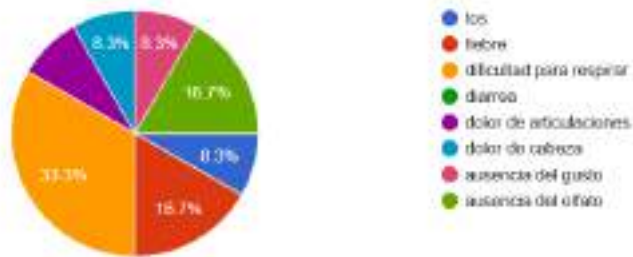


Figura 4. Síntomas experimentados.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 5 se muestran los porcentajes de los tratamientos recibidos, donde el tratamiento para el COVID fue el más aplicado, seguido de los remedios caseros, sin descartar la hospitalización, que fue necesaria debido a la gravedad de la enfermedad. Esta gravedad explica la Dra. Sandra que dependió de enfermedades previas, así como del estilo y la calidad de vida del paciente.

Tratamiento recibido

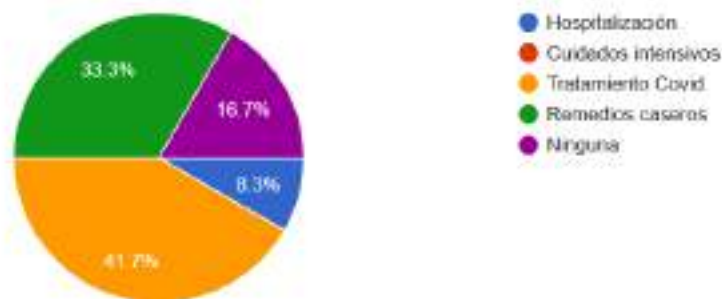


Figura 5. Tratamiento recibido.

Fuente: Elaboración propia.

La inteligencia artificial (IA) ha demostrado ser una herramienta poderosa para predecir la propagación de COVID-19 y sus impactos asociados. Modelos de aprendizaje automático, redes neuronales y otros enfoques basados en IA han sido empleados para predecir la propagación del virus, el número de casos futuros, la tasa de mortalidad, y la efectividad de las intervenciones de salud pública (Vaishya, Javaid, Khan, & Haleem, 2020). La IA también se ha utilizado para identificar patrones ocultos en los datos epidemiológicos que son difíciles de detectar con métodos tradicionales (Arora, Kumar, & Panigrahi, 2020)



Por lo anterior, las variables identificadas del formulario serán utilizadas para la identificación de patrones, y su aplicación en modelos de aprendizaje automático, por lo que es importante la fuente de donde se obtengan los datos para dicho análisis.

5. Conclusiones

Los hallazgos preliminares del estudio sugieren que la mayoría de los participantes experimentaron síntomas persistentes tras la infección, con un 58.3% reportando fatiga y dolor muscular, y un 16.7% manifestando dificultades respiratorias. Además, el 91.7% no ha consultado con un especialista post-COVID, lo que limita las intervenciones preventivas. Por lo tanto, de acuerdo a la doctora Sandra es necesario expandir y generar más respuestas en el formulario para obtener una cantidad representativa de datos, con al menos 500 a 1,000 encuestas, con el fin de realizar un análisis predictivo basado en múltiples variables.

Los datos actuales permitieron la retroalimentación de los demás especialistas, que ayudarán en la identificación de variables que serán utilizadas en los algoritmos de predicción y clasificación.

6. Referencias

- o Aurora, P., Kumar, H., & Panigrahi, B. K. (2020). Prediction and analysis of COVID-19 positive cases using deep learning models: A descriptive case study of India. *Chaos, Solitons & Fractals*, 139, 110017. <https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110017>
- o Vaishya, R., Javaid, M., Khan, I. H., & Haleem, A. (2020). Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(4), 337-339. <https://doi.org/10.1016/j.dsx.2020.04.012>
- o World Health Organization. (2020). "Coronavirus disease (COVID-19) pandemic". Obtenido de: <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>



Sistema de Evaluación del Cumplimiento de NOMs y Normativas SENASICA

Loredo, Medina-Raúl¹, Báez, Hernández-Grace Erandy ², y Delgado, Jiménez-Brenda Guadalupe³

55. División de Ciencias Computacionales, Tecnológico Nacional de México / ITSG,
raul.lm@quasave.tecnm.mx

56. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México / ITSG,
grace.bh@quasave.tecnm.mx

57. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México / ITSG,
brenda.dj@quasave.tecnm.mx

Resumen: El presente trabajo muestra el desarrollo de una plataforma web para evaluar el cumplimiento de las empresas mexicanas de acuerdo con las NOMs y SENASICA. Debido a la complejidad y las constantes actualizaciones que enfrentan las organizaciones, esta herramienta automatiza procesos, facilita la evaluación periódica y proporciona informes completos sobre el cumplimiento. Para la creación de la plataforma se siguió la metodología propuesta por Pressman y se utilizaron diferentes herramientas como php, html y mysql. Esta fue creada para una empresa de alimentos mediante un enfoque de investigación aplicada. Las pruebas realizadas demuestran que se tiene un sistema funcional y adaptable a nuevas regulaciones. La implementación de esta solución tecnológica mejorará la eficiencia interna y fomentará una cultura de excelencia y responsabilidad social dentro de las organizaciones.

Palabras clave: Marco Normativo, NOM, Plataforma Web, SENASICA, Tecnologías Web.

Abstract: This paper shows the development of a web platform to evaluate the compliance of Mexican companies according to NOMs and SENASICA. Due to the complexity and constant updates faced by organizations, this tool automates processes, facilitates periodic evaluation and provides complete reports on compliance. For the creation of the platform we followed the methodology proposed by Pressman and used different tools such as php, html, mysql. This was created for a food company through an applied research approach. The tests carried out show that the system is functional and adaptable to new regulations. The implementation of this technological solution will improve internal efficiency and foster a culture of excellence and social responsibility within the organizations.



Keywords: Normative Framework, NOM, Web Platform, SENASICA, Web Technologies.

1. Introducción

Las empresas siempre han buscado la manera de ofrecer mejores servicios y productos a sus clientes, con lo cual puedan ser competitivos en el mercado. Una de las maneras en que pueden llegar a lograr este objetivo, es a través del cumplimiento de estándares o normas que aseguran que sus procesos son de calidad. Esto en México, y específicamente en Sinaloa no es la excepción, donde en los últimos años las empresas buscan innovar para poder vender sus productos o servicios ya sea en la región o exportarlos a otros estados o incluso otros países.

Para las empresas mexicanas, el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y las regulaciones del Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) es fundamental, ya que con ello garantizan la calidad, inocuidad y competitividad de los productos y servicios brindados. Sin embargo, debido a la complejidad y la naturaleza cambiante de estas regulaciones, muchas empresas enfrentan desafíos importantes para mantenerlas y cumplirlas (Garat, 2018) .

No obstante, en muchas ocasiones para llevar a cabo esta actividad dentro de las empresas, se enfrentan importantes desafíos. Uno de estos desafíos es la falta de herramientas adecuadas para mantener una evaluación continua de las regularidades, los métodos existentes son complejos para poder interpretar los requisitos de las normas y, además, la dificultad para mantener los registros actualizados.

En este contexto, en Beltran et al, 2024, presentan un trabajo donde se aplican metodologías ágiles para cumplir con las normativas de salud laboral. Realizaron una investigación cualitativa y descriptiva, abordando temas que van desde las principales problemáticas de las PYMES en el proceso de cumplimiento de normativas nacionales, hasta las bondades que presenta la aplicación de un enfoque de gestión de proyectos adecuado; asimismo y con el objetivo de mostrar de forma práctica la aplicación de metodologías ágiles, se realizó un ejemplo del proceso requerido para dar cumplimiento a la NOM 035 de la STPS a través de la herramienta Board Kanban. Las conclusiones resaltan la importancia de adaptar este tipo de marcos de trabajo a proyectos que no sean propiamente de desarrollo de software y su eficiencia en la resolución de problemáticas dentro de las organizaciones.



Por otro lado, en Portilla Torres, et al, 2022, analizan el impacto de una pre evaluación de la norma 035 en los centros de trabajo de las PYMES e instituciones de educación superior, utilizando una plataforma web que contiene los formularios aplicables a la base trabajadora, logrando una medición del nivel de estrés, para la implementación de un plan de acción, así como divulgar la importancia que tiene esta norma para la sana convivencia y productividad en las empresas e instituciones, para lograrlo aplican encuestas a sus empleados para obtener su percepción de su sentir en varios aspectos que integra lo que es el ambiente de trabajo en una organización.

Dada esta situación, la introducción de una herramienta que permita a las empresas evaluar su cumplimiento de las normas NOM y SENASICA es una solución innovadora a estos problemas. Esta herramienta les ayudará a identificar áreas de mejora, gestionar eficazmente los procesos internos y reducir los riesgos asociados al incumplimiento.

Es por ello que en el presente trabajo se propone el desarrollo de un sistema de evaluación web, el cual permita poder llevar a cabo el registro del nivel de cumplimiento de un marco normativo de acuerdo a diferentes NOMs y regulaciones de SENASICA.

El usar esta herramienta de manera periódica, permitirá tener un mejor control de todos los procesos y las formas en las que estos se realizan bajo una revisión estricta y de esta manera poder guardar y generar ese cumplimiento para su posterior consulta. Con esta herramienta se podrán actualizar las normas en cualquier momento que se necesite de manera eficaz, para que las empresas puedan adaptar sus procesos a esos cambios. La integración de la tecnología digital en la gestión del cumplimiento no solo ayudara al cumplimiento, sino que también fomenta una cultura organizacional centrada en la excelencia y la responsabilidad social.

Además, esta herramienta podría adaptarse a empresas de cualquier giro y cualquier norma, con lo cual puedan monitorear todos sus procesos en el momento que lo deseen.



2. Sustento teórico

NOMs y SENASICA

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) tienen su origen en el marco legal mexicano, principalmente bajo la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), que fue publicada en 1992 y reemplazada recientemente por la Ley de Infraestructura de la Calidad, promulgada en 2020. Estas leyes establecen las bases para la creación, emisión, aplicación y supervisión de las normas técnicas en México (Mexicanas, 2019).

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOMs) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria en México, emitidas por diversas dependencias gubernamentales bajo la Ley de Infraestructura de la Calidad. Estas normas establecen los requisitos, especificaciones, procedimientos, directrices y métodos necesarios para garantizar que los productos, servicios, procesos, instalaciones y actividades cumplan con estándares mínimos de calidad, seguridad, salud, protección al ambiente y otros objetivos de interés público. Son aplicables en diversos sectores, como industria, comercio, agricultura, energía, transporte, salud y telecomunicaciones, entre otros. Dentro de los objetivos de las NOMs se encuentran (Mexicanas, 2019).

- **Proveer Certidumbre Jurídica:** Las NOMs definen con claridad los requisitos técnicos que empresas y personas deben cumplir, evitando ambigüedades legales.
- **Fortalecer la Competitividad Empresarial:** Cumplir con las NOMs permite a las empresas acceder a mercados más exigentes y obtener certificaciones de calidad.
- **Reducir Riesgos:** Contribuyen a minimizar riesgos asociados con la producción, distribución y consumo de bienes y servicios.
- **Fomentar la Sustentabilidad:** Impulsan prácticas sostenibles en sectores como la agricultura, manufactura y energía.
- **Proteger al Consumidor:** Garantizan que los productos y servicios en el mercado cumplan con estándares mínimos de calidad y seguridad.

Por otro lado, el Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria (SENASICA) es un organismo descentralizado de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER) en México. Su función principal es garantizar la sanidad, inocuidad y calidad de los alimentos de origen vegetal y animal, así como proteger los recursos agropecuarios y acuícolas del país contra plagas y enfermedades (Gobierno de México, 2023).



SENASICA tiene su base en la Ley de Sanidad Vegetal, la Ley Federal de Sanidad Animal, y la Ley General de Salud, entre otras regulaciones. Fue establecido como un organismo especializado en sanidad agropecuaria en 2001, como parte de la estrategia para fortalecer la seguridad alimentaria y la competitividad del sector agroalimentario. Esta desempeña un papel crucial en varios aspectos (Gobierno de México, 2023).

1. Protección Agropecuaria y Acuícola.
2. Inocuidad Alimentaria
3. Certificación y Regulación
4. Monitoreo y Vigilancia
5. Fomento al Comercio y Exportación
6. Protección del Medio Ambiente

Gestión del Cumplimiento Normativo

La gestión del cumplimiento normativo se refiere al conjunto de procesos y prácticas que una organización implementa para asegurar que sus operaciones se alineen con las leyes, regulaciones y estándares aplicables. Este enfoque es esencial para mitigar riesgos legales, financieros y reputacionales. El llevar a cabo una gestión efectiva del cumplimiento normativo dentro de una empresa conlleva a tener múltiples beneficios, dentro de los que se encuentran (Pulido-Rojano, et al, 2020):

- **Reducción de Riesgos:** Una gestión adecuada del cumplimiento ayuda a identificar y mitigar riesgos legales y operativos, evitando sanciones y daños reputacionales.
- **Mejora de la Eficiencia Operativa:** La implementación de sistemas de gestión de cumplimiento puede optimizar procesos internos, reduciendo redundancias y mejorando la eficiencia.
- **Fortalecimiento de la Confianza:** Demostrar un compromiso con el cumplimiento normativo fortalece la confianza de clientes, socios y reguladores en la organización.

Uso de Tecnología para el Cumplimiento Normativo

La integración de tecnologías digitales en la gestión del cumplimiento normativo ha transformado la manera en que las organizaciones abordan sus obligaciones legales y regulatorias. El hacer uso de la tecnología trae diversos beneficios hacia esta actividad, dentro de estos se encuentran (Hernández-Leal, et al, 2017):



- **Automatización de Procesos:** Las herramientas digitales permiten automatizar tareas repetitivas, como el monitoreo de cambios regulatorios y la generación de reportes de cumplimiento.
- **Monitoreo en Tiempo Real:** La tecnología facilita el seguimiento continuo de las operaciones, permitiendo la detección inmediata de desviaciones o incumplimientos.
- **Eficiencia y Precisión:** La automatización reduce errores humanos y acelera los procesos de cumplimiento.
- **Trazabilidad y Transparencia:** Las soluciones tecnológicas ofrecen registros detallados de las acciones realizadas, facilitando auditorías y revisiones.

Impacto del Cumplimiento en las Empresas

El cumplimiento normativo tiene un impacto significativo en diversos aspectos de las organizaciones (Moran-Fuentes, et al, 2022).

Mejora en la Competitividad:

- **Acceso a Mercados Internacionales:** Las empresas que cumplen con regulaciones internacionales pueden acceder a mercados más amplios y exigentes.
- **Diferenciación Positiva:** El cumplimiento puede ser un factor diferenciador frente a la competencia, mejorando la percepción de la marca.

Responsabilidad Social Empresarial (RSE):

- **Compromiso Ético:** El cumplimiento normativo refleja el compromiso de la empresa con prácticas éticas y responsables.
- **Sostenibilidad:** Las regulaciones ambientales y sociales promueven prácticas sostenibles, alineándose con los objetivos de RSE.

Evidencia Empírica:

- **Estudios Recientes:** Investigaciones han demostrado que las empresas con sistemas robustos de cumplimiento experimentan menos sanciones y disfrutan de una mejor reputación en el mercado (Moran-Fuentes, et al, 2022).



3. Metodología

La metodología seguida para este trabajo, fue una investigación aplicada, donde se realizó un estudio en una empresa de alimentos derivados del cerdo, la cual se encarga de todo el proceso desde el sacrificio del animal, hasta la elaboración y distribución en diferentes tiendas a nivel nacional e internacional. Además, esta empresa cuenta con un rastro TIF, lo cual hace que tenga mayor relevancia el tener que cumplir de manera obligatoria con diversas regulaciones tanto de las NOMs como de SENASICA.

Para la parte del desarrollo del proyecto, se siguió la metodología propuesta por (Pressman, 2010) en su libro Ingeniería de Software para sistemas de información, la cual consiste en 5 etapas (Figura 1).

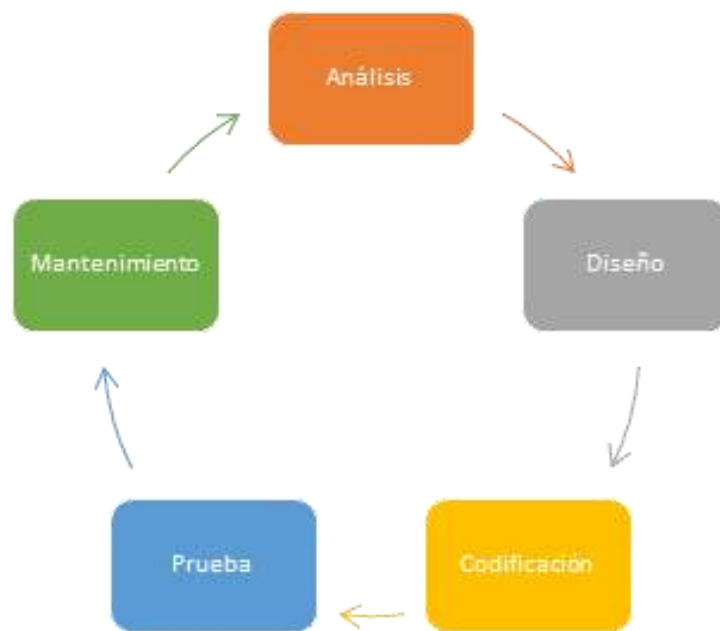


Figura 1. Etapas del desarrollo de sistemas de información.

Fuente: Elaboración propia.

Esta metodología fue seleccionada por su enfoque secuencial y estructurado, su capacidad para garantizar la trazabilidad, la adaptabilidad a proyectos de sistemas de información, y su énfasis en la comunicación con los interesados. Estas ventajas superan las limitaciones de otras metodologías como el modelo de cascada, Scrum o metodologías ágiles, especialmente en proyectos que demandan alta formalización y control de calidad. Esta elección se justifica por la necesidad de mitigar riesgos, controlar la calidad y mantener una documentación clara y accesible durante todo el ciclo de vida del proyecto.

En la primera actividad de análisis se procedió a realizar visitas a la empresa con el fin de obtener la información de qué regulaciones y normas sigue para todos sus procesos. De estas visitas se pudo encontrar que principalmente seguían NOMs y regulaciones de SENASICA, para asegurar que sus procesos cumplen con lo necesario para poder elaborar y distribuir sus productos al público.

Aquí se pudo entrevistar a trabajadores y encargados de diferentes departamentos, los cuales proporcionaron la información necesaria para conocer cómo se llevaba el proceso actualmente, el cual utilizaba formatos físicos, donde se hacían anotaciones. Estos formatos físicos eran almacenados en carpetas y archiveros para después poder ser consultados en caso de ser necesarios, sin embargo, este enfoque dificultaba la búsqueda y análisis de la información, por lo cual se pidió el poder elaborar una herramienta, la cual ayudara a realizar este proceso y que la información pudiera quedar almacenada para su posterior consulta y análisis, las funcionalidades detectadas a través de las reuniones y entrevistas con el personal se muestran en la figura 2, en donde, el usuario necesitaría iniciar sesión para poder acceder a las funcionalidades de la página, que serían llevar a cabo la evaluación de alguna norma o regulación, el poder generar gráficas de cumplimiento o poder generar informes de la o las evaluaciones realizadas.

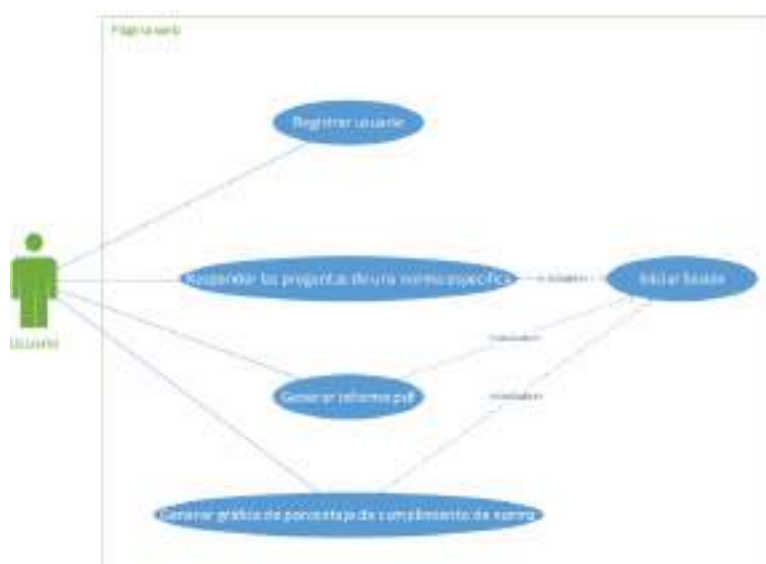


Figura 2. Diagrama de casos de uso de la página web.

Fuente: Elaboración propia.

En la actividad de diseño, se decidió la forma o estructura con la que contaría la página, desde la interfaz de usuario, la base de datos y el cómo se ejecutarían las funcionalidades.

En la figura 3, se muestra el diagrama de flujo del funcionamiento general con el que cuenta la plataforma, donde se necesita el inicio de sesión por parte de un usuario, una vez que este introduce los datos correctos de usuario y contraseña, aparece la página principal con las opciones a elegir, aquí el usuario selecciona la norma o regulación que desea evaluar, para poder ir contestando las preguntas que esta contiene, una vez que estas son contestadas se muestra una gráfica con el nivel de cumplimiento con el que se cuenta. Toda esta información se puede descargar en un archivo PDF, para su posterior consulta.

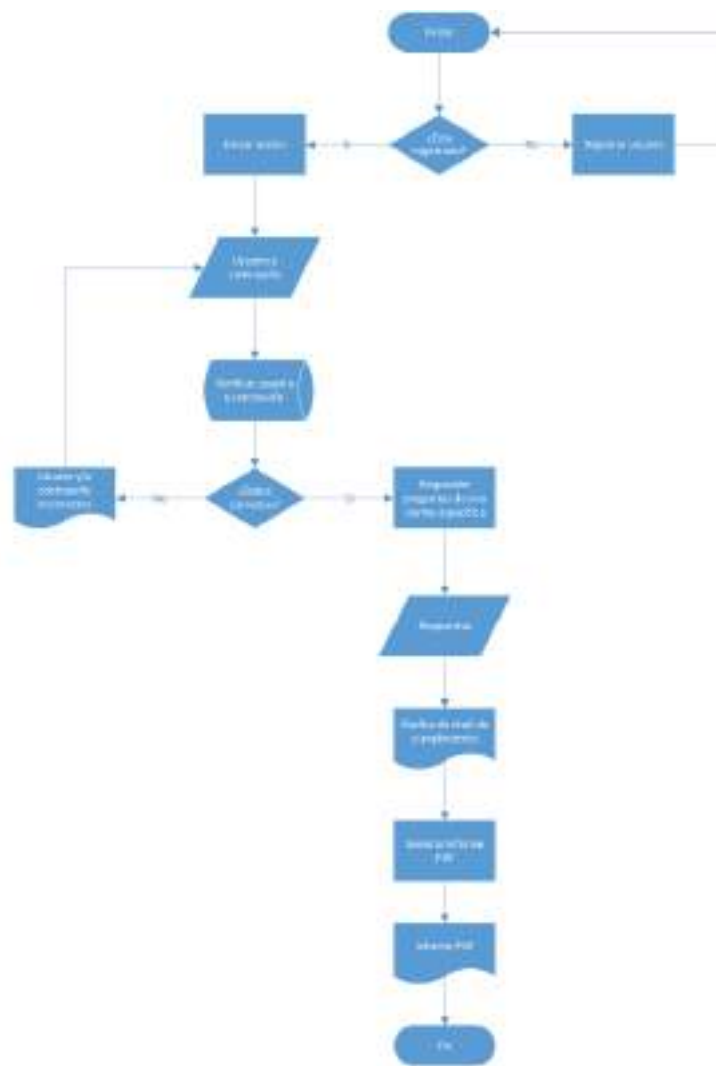


Figura 3. Diagrama de flujo del funcionamiento de la página.

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto al diseño de la base de datos se cuenta con la misma estructura en cada tabla, ya que las normas y regulaciones seguían la misma estructura, la base de datos cuenta con las tablas de cada una de las normas, en este caso se mostrará solo una de estas, ya que todas manejan exactamente los mismos datos con la única diferencia de que varía el número de respuestas que se guardan y esto está determinado por la cantidad de preguntas que integran cada norma.

Las tablas almacenan los datos referentes a las preguntas de cada norma principalmente la respuesta de cada pregunta (r1, por dar un ejemplo), en este campo se guarda tanto la opción elegida en la pregunta respecto al nivel de cumplimiento como su comentario en caso de que el usuario escriba alguno, esta tabla tiene una relación con la tabla de usuarios mediante el usuarioID y tiene como llave primaria el registroID. En la Figura 4 se muestra como ejemplo la tabla de la norma NOM-030-STPS-2009.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
☐	1 registroID	int(11)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
☐	2 usuarioID	int(11)			Si	NULL		
☐	3 fecha	timestamp			No	current_timestamp()		
☐	4 r1	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	5 r2	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	6 r3	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	7 r4	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	8 r5	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	9 r6	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	10 r7	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	11 r8	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	12 r9	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	13 r10	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	14 r11	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	15 r12	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	16 r13	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	17 r14	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	18 r15	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	19 r16	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		
☐	20 r17	text	utf8_unicode_ci		Si	NULL		

Figura 4. Ejemplo de diseño de tabla.

Fuente: Elaboración propia.



La base de datos cuenta con una tabla de usuarios, esta tabla almacena los datos referentes al registro del usuario y todos los campos son obligatorios pues se tratan solamente del usuario y la contraseña, y esta tabla está relacionada con cada una de las tablas de normas y es una relación mediante el usuarioID que es la llave primaria de la tabla. Con esto, se asegura que cada usuario solo puede acceder a su información, en caso de que la plataforma tenga diferentes usuarios.

En la etapa de desarrollo, se procedió a programar las funcionalidades de la plataforma. Se utilizó Visual Studio como el IDE de desarrollo donde se utilizaron los lenguajes HTML, CSS y Java Script para la parte del front-end, además de utilizar la herramienta de Bootstrap para complementar el diseño de la página únicamente empleando los lenguajes anteriormente mencionados y para el back-end se instaló el software XAMPP que consiste principalmente en el sistema de gestión de bases de datos MySQL, el servidor web Apache y los intérpretes para lenguajes de script PHP y Perl, donde fue PHP el lenguaje que se implementó en la página web. Se utilizó XAMPP para la gestión de la base de datos MySQL y la administración se llevó a cabo con phpMyAdmin que ya está incluido XAMPP, además del servidor web Apache para realizar la página web y las pruebas.

En la Figura 5, se muestra la página principal, cualquier persona que entre a la página solo podrá observarla, sin embargo, no se puede hacer uso de sus funcionalidades, hasta que se de en el botón “Log In” para iniciar sesión.



Figura 5. Pantalla principal de la plataforma.

Fuente: Elaboración propia.

La Figura 6 muestra el inicio de sesión, donde se debe agregar el nombre de usuario y la contraseña y darle al botón “Entrar”, en caso de no estar registrado, el usuario tiene la opción de presionar el botón de “Registrarse”.



Figura 6. Pantalla de inicio de sesión.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se ingresa a la página, esta nos muestra las opciones principales para poder elegir el tipo de normas o regulaciones a evaluar, dentro de las opciones se encuentran las normas de seguridad, salud, organización, alimentarias, entre otras (Figura 7).



Figura 7. Opciones principales de la página.

Fuente: Elaboración propia.

Ya que se selecciona una de las diferentes normas y regulaciones, nos muestra un cuestionario, donde el usuario debe responder si cumple o no cumple con los requisitos que considera la norma, así como realizar algunos comentarios u observaciones sobre la misma.

En la Figura 8, se muestra un ejemplo de ello, en este caso se eligió la NOM-001-STPS-2008, esta norma establece las condiciones de seguridad que deben cumplir los edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo para su adecuado funcionamiento y conservación, con la finalidad de prevenir riesgos a los trabajadores. Esta norma es aplicable a todos los centros de trabajo en México y busca garantizar un entorno laboral seguro y saludable.

Aquí el usuario, en cada pregunta debe responder en una escala del 0 al 4, donde el 0 significa que no se cumple en nada el requisito mostrado, y el 4 significa que cumple en su totalidad. En la parte de comentarios, puede ingresar observaciones sobre que le falta para cumplir en su totalidad o cada norma o regulación.

Norma NOM-001-STPS-2008

INSTRUCCIONES:
Selecciona el nivel que mejor describa el grado de cumplimiento para cada pregunta. La escala va desde 0 hasta 4, donde 0 significa que no se cumple en absoluto, 1 indica un cumplimiento bajo, 2 representa un cumplimiento moderado, 3 denota un cumplimiento alto y 4 significa un cumplimiento completo.

Disposición

Realizar verificaciones sistemáticas (una o más veces al centro de trabajo, pudiendo hacerse por áreas, para identificar condiciones inseguras y registrar los datos encontrados. Los resultados de las verificaciones deben registrarse a través de ficheros, manifiestos magnetizados o en las series de verificación de la comisión de seguridad o higiene, mismos que deben conservarse por un año y contener al menos las fechas en que se realizaron las verificaciones, el nombre del área del centro de trabajo que fue revisada y, en su caso, el tipo de condición insegura encontrada, así como el tipo de acciones realizadas.

Exhibir los registros de las verificaciones realizadas realizadas al centro de trabajo, para identificar condiciones inseguras y reparar dichas condiciones.

0
1
2
3
4

Comentarios

Figura 8. Ejemplo de presentación de las normas y regulaciones.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se contestan todas las preguntas o requisitos de la norma, al final se puede generar un gráfico donde indica que tanto porcentaje de la norma cumple de acuerdo a las respuestas. Y de la misma manera se puede generar un reporte en formato PDF con la información de todo lo contestado y que incluye la gráfica con el porcentaje de cumplimiento (Figura 9).



Figura 9. Opciones para generar gráfico y reporte.

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, para la etapa de pruebas, se llevaron a cabo diferentes tipos de pruebas a la plataforma, como fueron pruebas unitarias, pruebas de integración, pruebas de integridad de la base de datos, así como de aceptación y usabilidad.

4. Resultados, discusión

De acuerdo a las actividades que se llevaron a cabo, así como de la metodología seguida, podemos decir que los resultados obtenidos fueron de funcionalidad de la página, esto de acuerdo a los tipos de pruebas, por ello se muestran algunos donde se observa el funcionamiento y comportamiento de acuerdo a diferentes casos de prueba aplicados.

En cuanto a las pruebas unitarias, se probó cada una de las funcionalidades por separado, es decir, se accedió a cada norma y regulación que contiene la página, para verificar que todo funcionaba de manera correcta. En la figura 10 se muestra un ejemplo del formato utilizado para realizar las pruebas.

REPORTE CASO DE PRUEBA	
Id: 1	Fecha: 14/12/2023
Caso de Prueba: Prueba Unitaria	
Descripción: Consiste en ejecutar cada módulo lo que provee un mejor modo de manejar la integración de las unidades en componentes mayores y asegurar que el código funciona de acuerdo con las especificaciones y que el módulo lógico es válido.	
Area Funcional / Subproceso: Iniciar sesión.	
Datos y acciones de entradas: Caso Correcto: En la interfaz de Iniciar Sesión, en la cual solo las personas que solo cuenten con un usuario registrado podrán ingresar a la página web. En el apartado usuario, se escribirá "juan" y en el apartado contraseña se escribirá "1234", después se dará clic en el botón Iniciar Sesión.	
Caso Incorrecto: En la interfaz de Iniciar Sesión, en la cual solo las personas que solo cuenten con un usuario registrado podrán ingresar a la página web. En el apartado usuario, se escribirá "NoRegistrado" y en el apartado contraseña se escribirá "789101",	

Figura 10. Ejemplo Caso de prueba unitaria

Fuente: Elaboración propia.

Este formato fue utilizado para todos los tipos de pruebas, solo se cambiaba el tipo de prueba y se diseñaban casos de prueba acordes al tipo. Esto con el fin de poder encontrar situaciones en las que pudiera llegarse a encontrar algún error. Por ejemplo, en la figura 11 podemos observar el funcionamiento del botón de generar gráfico y la forma en que se registraron los resultados encontrados a través del caso de prueba diseñado.

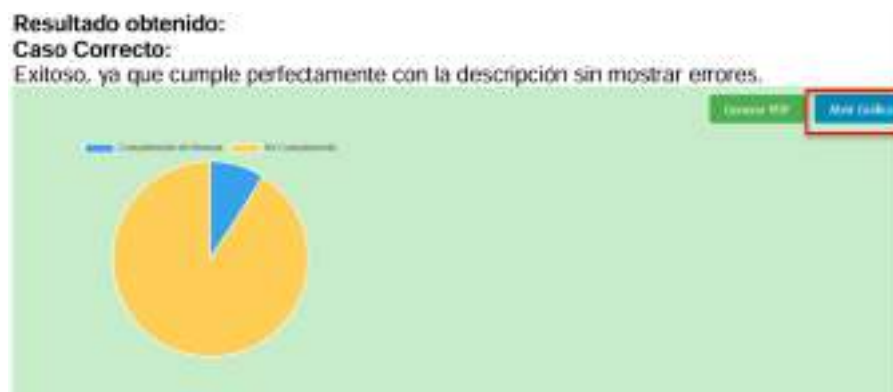


Figura 11. Resultado generación de gráfica.

Fuente: Elaboración propia.



Así mismo, probando la generación del reporte en formato PDF, para las diferentes normas llegamos a encontrar que esté funcionó de manera correcta para las diversas normas y regulaciones contenidas en la página web (Figura 12).



Figura 12. Generación de reporte PDF.

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, se obtuvieron resultados cualitativos por parte del usuario final, esto en las pruebas de usabilidad y aceptación, recibiendo comentarios como los mostrados en la Figura 13.



Figura 13. Resultados cualitativos.

Fuente: Elaboración propia.

Por medio de los comentarios se corrigió el diseño de la interfaz, el acomodo de la información, todo esto fueron cuestiones relacionadas a la usabilidad y aceptación de la plataforma.

5. Conclusiones

De acuerdo a los resultados podemos decir que se tiene una plataforma web, la cual permite a diferentes usuarios registrar el nivel de cumplimiento de un marco normativo regulatorio de los procesos que ejecutan día a día, para con ello decir que su empresa funciona acorde a estándares y que sus productos son de calidad. Específicamente en este trabajo, la plataforma se desarrolló para una empresa productora de alimentos, la cual trabaja bajo algunas normas y regulaciones de la NOM y SENASICA, sin embargo, esta herramienta puede ser adaptada a las necesidades de cualquier empresa o cliente que lo necesite. De la misma manera, en caso de que alguna norma o regulación sufra alguna modificación, esta puede adaptarse sin generar algún problema mayor. De acuerdo a las pruebas realizadas, se puede concluir que la página es funcional en cada una de sus opciones, permite el registro de diversos usuarios o perfiles, con lo cual se puede tener el registro independiente de información por empresa o cliente, así mismo, realizar el registro del cumplimiento de las normas. Este proyecto no solo ofrece una solución tecnológica práctica, sino que también promueve una cultura organizacional basada en la mejora continua y el cumplimiento de estándares de calidad. La plataforma representa una base sólida para futuras iteraciones, con posibilidades de expandir su alcance mediante integraciones avanzadas y nuevas funcionalidades que respondan a las necesidades cambiantes de las empresas.



6. Referencias

- o Rodríguez, H. A. B., Flores, E. A. R., Petterson, N. O., Pérez, A. G. A., & Dorantes, T. L. E. (2024). Las metodologías ágiles y su uso en el cumplimiento de la normatividad federal en una Pyme: Agile methodologies and their use in compliance with federal regulations in an SME. LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, 5(1), 2857-2866.
- o Garat, M. P. (2018). El compliance de las empresas: un instrumento para el cumplimiento normativo y una garantía para los derechos fundamentales. Revista de la Facultad de Derecho de México, 68(271), 555-576.
- o Gobierno de México. (21 de Agosto de 2023). ¿Qué es el Senasica? Obtenido de Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria: <https://www.gob.mx/senasica/videos/que-es-el-senasica>
- o Hernández-Leal, E. J., Duque-Méndez, N. D., & Moreno-Cadavid, J. (2017). Big Data: una exploración de investigaciones, tecnologías y casos de aplicación. Tecnológicas, 20(39), 17-24.
- o Mexicanas, N. O. (2019). Normas Oficiales Mexicanas. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM. Obtenido de <http://www.siiicex.gob.mx/portalSiiicex/SICETECA/Acuerdos/NOMS/nomsx.Htm>
- o Moran-Fuentes, J. J., Carlos-Ornelas, C. E., & Soto-Morones, H. (2022). Prácticas de gestión de seguridad y salud en el trabajo: Una revisión sistemática de la literatura. Ciencias Administrativas. Teoría y Praxis, 18(1), 89-104.
- o Torres, R. I. P., de Anda, C. A. G., Olivares, L. R. F., Bastida, E. E., & Altamira, E. A. R. (2022). Pre evaluación de la norma 035 en pymes usando una aplicación web. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(3), 4241-4256.
- o Pressman, R. (2010). Ingeniería del software: Un enfoque práctico. McGraw Hill.
- o Pulido-Rojano, A. D., Ruiz-Lázaro, A., & Ortiz-Ospino, L. E. (2020). Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 28(1), 56-67.
- o NOM, N. O. M. (2008). 001-STPS-2008, Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el, 24.



Sistema de Análisis de Emociones

Nando, Rojas-Julio Cesar¹, Reyes, Luna-Nayely², Reyes, Andon-Brayan Alexis³

Reyes, Fuentes-Geovani⁴, y Galindo, Martínez-Uriel⁵

- 58. Ingeniera Informática, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, jc.rojas@hotmail.com
- 59. Ingeniera Informática, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, Nayely.reyes@itsao.edu.mx
- 60. Alumno de Ingeniera Informática, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309040@acatlan.tecnm.mx
- 61. Alumno de Ingeniera Informática, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309041@acatlan.tecnm.mx
- 62. Alumno de Ingeniera Informática, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio, 221309011@acatlan.tecnm.mx

Resumen: El proyecto tuvo como objetivo desarrollar un sistema computarizado para analizar y clasificar sensaciones con el fin de identificar emociones predominantes, como felicidad, enojo y tristeza. El análisis se realizó a través de un cuestionario estructurado, completado por los usuarios durante un periodo de 7 a 30 días para identificar los problemas emocionales. Se emplearon técnicas de procesamiento de datos y una base de datos segura para gestionar las respuestas. Los resultados fueron validados mediante pruebas piloto. Este sistema podría contribuir al bienestar emocional, especialmente en etapas clave como la niñez y adolescencia, facilitando el manejo adecuado de las emociones.

Palabras clave: Análisis, Bienestar, Emocional, Sensaciones, Proyecto, Sistema

Abstract: The project aimed to develop a computerized system for analyzing and classifying sensations to identify predominant emotions such as happiness, anger, and sadness. The analysis was conducted using a structured questionnaire completed by users over a period of 7 to 30 days. Data processing techniques and a secure database were employed to manage responses. The results were validated through pilot testing. This system could contribute to emotional well-being, particularly during key developmental stages like childhood and adolescence, by helping to manage emotions effectively.

Keywords: Analysis, Well-being, Emotional, Sensations, Project, System.



1. Introducción

El análisis y manejo actual de las emociones es un área fundamental en la cotidianidad de las personas y afecta, por tanto, su bienestar y su desempeño en diferentes ámbitos; sin embargo, no siempre miramos con detenimiento e interpretación los afectos. En este sentido, la regulación emocional condiciona, entre otras muchas variables, el desarrollo de trastornos psicológicos a partir de la detección de una afectación o la existencia de episodios estresantes o cuadros de ansiedad. Este contexto ha propiciado la investigación y el desarrollo de tecnologías que permitan dar respuesta a esa necesidad.

El "Sistema de Análisis de Emociones", se presenta como una herramienta tecnológica con el objetivo de detectar y analizar las emociones de los usuarios a partir de datos recabados a través de cuestionarios. El principal fin de este sistema consiste en ofrecer un análisis que ayude a los usuarios a detectar sus emociones, para dar así fundamento a la mejora de su regulación emocional; de la misma manera, este proyecto puede aportar ayuda a los profesionales de la salud mental a partir de la obtención de información que complemente el trabajo que estén realizando a la hora de evaluar la emoción de sus pacientes.

2. Sustento teórico

Después de varias investigaciones en fuentes se encontró la revista de Psiconetwork donde están las siguientes teorías sobre las emociones propuestas por diferentes autores:

Existen diferentes teorías sobre el origen y la naturaleza de las emociones. La Teoría de James-Lange, propuesta por William James y Carl Lange, sostiene que las emociones surgen como respuesta a cambios fisiológicos en el cuerpo; sentimos tristeza porque lloramos, y no al revés. Por otro lado, la Teoría de Cannon-Bard de Walter Cannon y Philip Bard plantea que las respuestas fisiológicas y la experiencia emocional ocurren simultáneamente, siendo el sistema nervioso central el que integra ambas. La Teoría de los Dos Factores de Schachter y Singer sugiere que las emociones dependen tanto de la activación fisiológica como de la interpretación cognitiva de esa activación, es decir, interpretamos nuestro estado fisiológico de acuerdo con el contexto para determinar la emoción. Finalmente, la Teoría de la Evaluación Cognitiva de Richard Lazarus afirma que las emociones son resultado de la interpretación que hacemos de una situación, de modo que las emociones están influenciadas por cómo evaluamos los eventos, más allá de la mera respuesta fisiológica. PsicoNetwork. (s. f. Oct 30, 2024).

Este proyecto está compuesto por las siguientes herramientas:





Figura 1

Nota: Instalación de aplicación Netbeans

NetBeans es un entorno de desarrollo integrado (IDE, por sus siglas en inglés) utilizado por programadores de todo el mundo. Es una herramienta gratuita y de código abierto que ofrece una amplia gama de funcionalidades para programar en diferentes lenguajes, como Java, C++, HTML, entre otros. NetBeans se ha convertido en una opción popular para muchos desarrolladores debido a su facilidad de uso, su comunidad de soporte activa y sus numerosas características que hacen que el proceso de programación sea más eficiente y efectivo (Jcweb, 2024).



Figura 2

Nota: Lenguaje de programación Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos y una plataforma de software ampliamente empleados que se ejecuta en miles de millones de dispositivos, incluidas computadoras portátiles, dispositivos móviles, consolas de juegos, dispositivos médicos, entre otros. Las reglas y la sintaxis se basan en C y C++. (Ibm, 2023).



Figura 3

Nota: Instalación MySQL para crear la base de datos en tablas para Almacenar información



MySQL es un sistema de gestión de bases de datos relacionales de código abierto (RDBMS, por sus siglas en inglés) con un modelo cliente-servidor. [RDBMS](#) es un software o servicio utilizado para crear y administrar bases de datos basadas en un modelo relacional (GPL).



Figura 4

Nota: Instalación de aplicación para que se le dé la orden que tiene que hacer

Arduino es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso (Fernández, 2022).

3. Desarrollo

3.1 Materiales y método

Este proyecto nació de la necesidad de una herramienta adecuada para ayudar a las personas no solo a identificar sus emociones sino también a administrarlas. Esto se debe a que las sensaciones como el estrés o la tristeza, que no se manejan y solucionan con rapidez, generan patologías emocionales como ansiedad y depresión. La solución, en forma de un sistema computacional que a través de la sensación determine emociones como la felicidad o el enojo, representa un recurso innovador y propicio para el desarrollo software que podría impactar significativamente en el bienestar emocional. Si bien el test diario en un mes parece temporalmente limitado, los resultados negativos obtenidos se envían al psicólogo. Este tipo de herramienta de tecnología sería la mejor solución porque ayudaría a prevenir futuras patologías y en etapas clave de la vida del individuo: niñez y adolescencia. Es necesario dadas las tendencias de integración tecnológica de la actualidad y podría no solo garantizar una mejor salud para una persona sin salud mental sino también para la sociedad en general. Ahora bien, este proyecto necesito de diversas tecnologías tanto hardware como software y algunos otros elementos para poder ser construido el prototipo a escala, como se muestra en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Tecnología utilizada para el proyecto

Software	Hardware
• Sistema operativo Windows 11. • Paqueterías • Arduino Uno • Netbeans IDE 8.2 • Java V.20 • Base De Datos MySQL	• Pantalla LCD. • Laptop Lenovo Requisitos del sistema: Procesador Intel Core i3, 4 GB de RAM. • Arduino UNO • Emojis • Luces LED. • Teclado numérico.



Para llevar a cabo este proyecto utilizamos la metodología de investigación tecnológica, cuya función es resolver problemas concretos que las personas tienen en el uso de la tecnología disponible. Esto nos permitió la recopilación de información útil y el empleo de las soluciones que nos acercaran a los objetivos a través del método experimental.

Por otro lado, elegimos la programación extrema (XP) como un método ágil que permite el desarrollo del software con entregas rápidas y la posibilidad continua de reajustes conforme a las necesidades. Gracias a XP pudimos trabajar de forma colaborativa, realizando pruebas de manera continua que aseguraran el correcto funcionamiento del sistema.

1. Planificación:

Como primer paso fue identificar el problema de algunas personas que no identifican sus emociones y decidimos hacer algo e ir a pláticas con psicólogas sobre el tema de emociones y decidimos investigar e hicimos la creación de las preguntas que son capaces de identificar emociones las hicimos junto con una psicóloga, se hizo el análisis de sensaciones y la clasificación de las emociones (felicidad, enojo o tristeza). La construcción del cuestionario estructurado, la construcción de la base de datos y programación de la lógica que clasifica las emociones serían prioridades. Estas funcionalidades podrían llevarse a cabo en entregas pequeñas para revisarlas cada dos semanas con los asesores.

2. Diseño:

Para el diseño planteamos bien la idea que es propia y empezamos a construir nuestras interfaces nuestro diseño es hacer unos emojis físicos con cada uno una luz led.

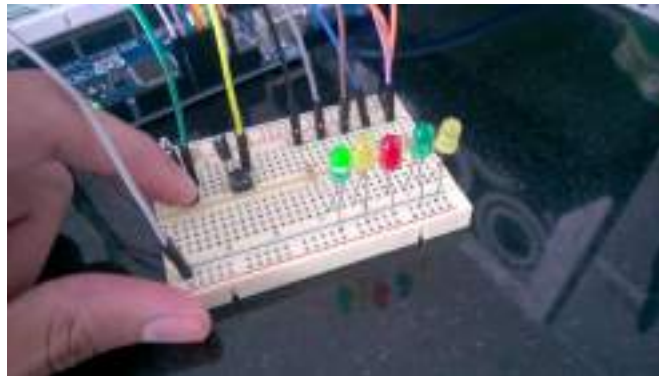


Figura 5.

Nota: Esta placa muestra el encendido de las luces cuando detecta una emoción.

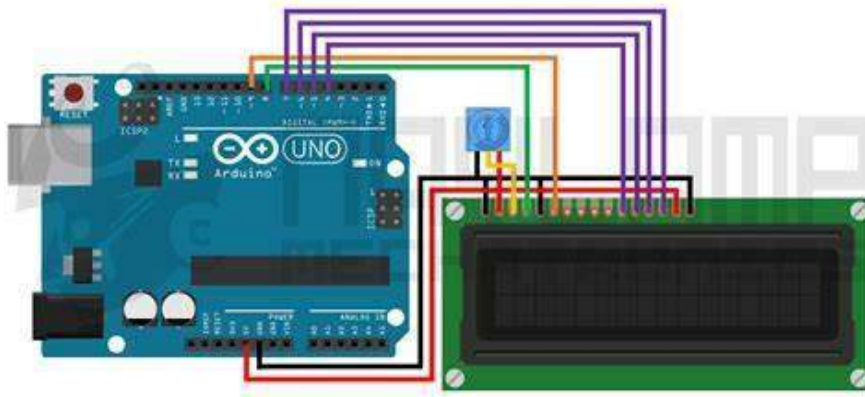


Figura 6.

Nota: Esta pantalla mostrara la emoción

3. Codificación:

Se decidió Trabajar en parejas ya que empezamos a buscar líneas de código que sea capaz de analizar, clasificar las emociones

```

this.ncontrol = usuario;
this.jLabel1.setText(preguntasRespuestas[index][0]);
this.jRadioButton1.setText(preguntasRespuestas[index][1]);
this.jRadioButton2.setText(preguntasRespuestas[index][2]);
this.jRadioButton3.setText(preguntasRespuestas[index][3]);
}
Date todayDate = new Date();
SimpleDateFormat sdf = new SimpleDateFormat("dd/MM/yyyy");

conexion con = new conexion();
public Conexion cn = (Conexion) con.Conexion();

String ncontrol;
int index = 0;
int[] puntuacion = new int[3];

String[][] preguntasRespuestas = {
    {
        "¿Cómo describirías tu energía en este momento?",
        "Siento que tengo mucha energía",
        "Me siento agotado/a o sin ganas de hacer nada",
        "Me siento con energía pero controlada"
    }
};

```

Figura 7.

Nota: estas líneas de código sirven para analizar y clasificar las emociones

Una vez ya hechas estas líneas de código introducimos la base de datos para almacenar por medio de tablas los datos más importantes como datos del usuario, su cuestionario contestado por él y su resultado.

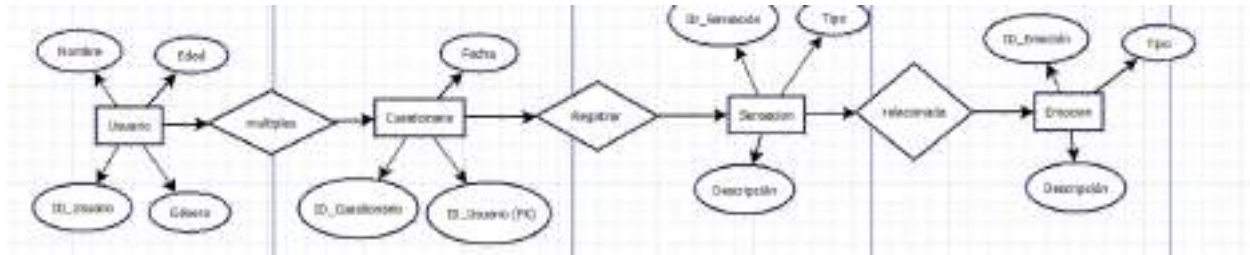


Figura 8.

En la figura 9 muestra la creación de tablas en MySQL para la base de datos

```

2 • use SistemaEmociones;
3
4 • CREATE TABLE usuarios (
5     ncontrol VARCHAR(10) PRIMARY KEY,
6     nombre VARCHAR(20),
7     contraseña VARCHAR(20),
8     apellidos VARCHAR(50)
9 );
10
11 • CREATE TABLE registro_emociones (
12     id_emocion INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
13     ncontrol VARCHAR(10),
14     fecha DATE,
15     emocion VARCHAR(20),
16     FOREIGN KEY (ncontrol) REFERENCES usuarios(ncontrol) ON DELETE CASCADE
17 );

```

Figura 9

Nota: esta es la codificación de la creación de tablas y les da sus nombres, Almacena información

4. Pruebas:

Durante el desarrollo se hicieron pruebas a las personas y ellos empezaron a identificar su emoción más predominante durante el día, así mismo identificamos la funcionalidad del sistema para poder llevar a cabo el ajuste de esta manera.

Numero de control:

Contraseña:

Figura 10. Inicio de sesión o crear un perfil si no lo tienes

Resultados

Buscar:

No. Control	Nombre	Apellido	Email
211200009	Loreacho	Carlos Moya	car.moya@unhcr.org
221300040	Bosque Alexis	Rosales Andon	car.moya@unhcr.org
221300050	Hector	Miguel Rojas	car.moya@unhcr.org
221300070	Andrés	Rosales Andon	car.moya@unhcr.org
233333370	Andrés	Rosales Andon	car.moya@unhcr.org
241800000	Jorge Isidro	García Salazar	car.moya@unhcr.org

Figura 11 reporte de todos los usuarios que ocuparon el Sistema



Figura 12 Gráfica donde muestra los días que tiene un cambio de emoción

4. Resultados, discusión

ISSN 2007-5669

Edición 36

Diciembre 2024

“Cambios Tecno-Productivos y Tendencias Para El Desarrollo Regional”



En este punto se realizó lo más importante ya que se hicieron las pruebas finales para verificar que el proyecto no contuviera errores y estuviera en perfecto estado, buscando cubrir cualquier posible error y poder tener un proyecto eficiente.

Un objetivo importante fue crear cada una de las interfaces de manera correcta y con un diseño que sea llamativo para el público.

Una vez que cada una de las interfaces quedaran diseñadas de manera correcta se comenzó con la programación de cada una de las interfaces para darle paso a la depuración de errores del código

Para finalizar se realizaron diversas pruebas con diferentes personas las cuales respondieron de diferentes maneras dándonos a conocer cómo se sentía cada una de esas personas al responder las preguntas.



No. Control	Nombre	Apellidos	Email
211208889	Lorenzo	Carlos Moya	carlos.moya@unam.mx
221308848	Enrique	Rivera Aranda	enrique.aranda@unam.mx
221308854	Hector	Muñoz Araya	hector.araya@unam.mx
221308878	eduardo	rivera aranda	eduardo.aranda@unam.mx
233333578	eduardo	rivera aranda	eduardo.aranda@unam.mx
241808888	jorge andro	garcía balbina	jorge.balbina@unam.mx

Figura 13 Reporte de que personas se registraron y realizaron su cuestionario

5. Conclusiones

Este proyecto de Sistema de análisis de emociones desarrollado en NetBeans integra de manera eficiente varias interfaces, como las de administración, edición de preguntas, visualización de resultados y manejo de datos de usuario. Estas interfaces trabajan juntamente con una base de datos en MySQL Workbench, garantizando un almacenamiento organizado y seguro de la información. Además, el uso de hardware externo, incluyendo un Arduino, una protoboard, una pantalla LCD, jumpers y resistencias, permite una interacción física que amplía las posibilidades de uso y análisis del sistema. Este sistema ofrece un método integral para capturar, analizar y presentar datos emocionales de manera precisa y eficiente, lo cual puede resultar valioso en áreas como la educación, la psicología y la investigación social. En definitiva, este proyecto muestra el potencial de la tecnología en el estudio de las emociones, combinando software y hardware para crear una herramienta robusta y útil en la recolección y análisis de datos emocionales.

6. Referencias

- o Psiconetwork. (s. f.). PSICOLOGÍA EMOCIONAL: EL ESTUDIO DE LAS EMOCIONES y SU IMPACTO EN LA CONDUCTA HUMANA | Psiconetwork. <https://www.psiconetwork.com/psicologia-emocional-el-estudio-de-las-emociones-y-su-impacto-en-la-conducta-humana/>
- o Jcweb. (2024, 23 enero). NetBeans: Qué es y cómo utilizarlo para programar de forma efectiva. Jcweb.es. <https://jcweb.es/netbeans-que-es-y-como-utilizarlo-para-programar-de-forma-efectiva/>
- o Ibm. (2023, 13 marzo). ¿Que es Java? | IBM. ¿Que es Java? <https://www.ibm.com/mx-es/topics/java>
- o Fernández, Y. (2022, 23 septiembre). Qué es Arduino, cómo funciona y qué puedes hacer con uno. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/que-arduino-como-funciona-que-puedes-hacer-uno>
- o B, G., & B, G. (2024, 3 septiembre). ¿Qué es MySQL? Explicación detallada para principiantes. Tutoriales Hostinger. https://www.hostinger.mx/tutoriales/que-es-mysql/#%C2%BFQue_es_MySQL
- o Mancuzo, G. (2024, 30 abril). ▷ Metodología XP: La Mejor Vía para el Desarrollo de Software. ComparaSoftware. [https://blog.comparasoftware.com/metodologia-xp/#:~:text=La%20Metodolog%C3%AD%20XP%20\(o%20Programaci%C3%B3n%20Extrema\)%20de%20desarrollo](https://blog.comparasoftware.com/metodologia-xp/#:~:text=La%20Metodolog%C3%AD%20XP%20(o%20Programaci%C3%B3n%20Extrema)%20de%20desarrollo)



Tailwind Css y React.js: Alternativas para Simplificar y Reducir Código.

Hernández Soledad-Carlos Alexis¹, Zavala Galicia-Jesús², Guevara Cortes-Yovani³, Hernández Orta-Myrna⁴, Altamirano Juárez-Francisco Javier⁵.

- 63. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
correoparapilotzi@gmail.com
- 64. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
jesus.zg@altiplano.tecnm.mx
- 65. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
yovani.gc@altiplano.tecnm.mx
- 66. Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
myrna.ho@altiplano.tecnm.mx
- 67. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala
francisco.aj@altiplano.tecnm.mx

Resumen:

Este artículo presenta el diseño y simplificación de una plataforma web para mejorar innovación y accesibilidad. Se optimizará el archivo index.html usando herramientas como Figma, Tailwind CSS y Visual Studio Code. Con Node.js gestionará conexiones en tiempo real, y React.js optimizará el rendimiento. La investigación basada en fuentes científicas comparará métodos tradicionales y actuales, destacando ventajas en rendimiento, seguridad y aplicabilidad en educación y negocios.

Palabras clave: Desarrollo, Node.js, Plataforma, Tailwind CSS, React.js, Web

Arial Bold: This article presents the design and simplification of a web platform to improve innovation and accessibility. The index.html file will be optimized using tools such as Figma, Tailwind CSS and Visual Studio Code. Node.js will manage real-time connections, and React.js will optimize performance. The research, based on scientific sources, will compare traditional and current methods, highlighting advantages in performance, security and applicability in education and business.

Keywords: Development, Node.js, Platform, Tailwind CSS, React.js, Web.

1. Introducción

Este proyecto propone la creación diseño e implementación de una plataforma web utilizando React.js y Tailwind CSS (Hojas de Estilo en Cascada), con el objetivo de dar a conocer los servicios y productos



más importantes de la empresa, lo cual dará un mayor alcance al público, mejorará la experiencia del cliente y facilitará el acceso a dichos productos o servicios. Además, permitirá a la empresa operar de forma más eficiente y competitiva, complementando las tiendas físicas con una presencia digital que incluye información actualizada y atención al cliente optimizado. Una plataforma web bien diseñada también se convierte en una poderosa herramienta de marketing.

Para lograr un diseño moderno y funcional, Tailwind CSS (Hojas de Estilo en Cascada), se destaca como una opción líder, permitiendo interfaces amigables, sistemas personalizables y consistentes que ahorran tiempo y esfuerzo, adaptándose a las necesidades futuras del negocio. Por otro lado, React.js facilita el desarrollo de interfaces interactivas y reutilizables, consolidándose como una herramienta clave en el diseño de experiencias atractivas y eficientes para el usuario.

2. Desarrollo

En este apartado se aborda varias herramientas clave que facilitaron el diseño, desarrollo y mantenimiento de plataformas web que fueron utilizadas en la plataforma, desde la creación de interfaces con Figma y la edición de código con Visual Studio Code, hasta la ejecución de aplicaciones con Node.js y la gestión de proyectos con Git el cual nos permite representar soluciones prácticas y versátiles para satisfacer las necesidades del entorno digital. Además, se destacan frameworks como Tailwind CSS (Hojas de Estilo en Cascada), que permitieron construir diseños personalizados, y plataformas como GitHub, que optimizaron la colaboración en equipo.

2.1 PLATAFORMA WEB

Una plataforma web son espacios en Internet que permiten la ejecución de diversas aplicaciones o programas en un mismo lugar para satisfacer distintas necesidades.

Además, una plataforma web aparte de mostrar cualquier tipo de datos, ofrece un control y la capacidad de gestionar y organizar el negocio (Giraldo, 2021).

En resumen, una plataforma web es cualquier sitio o servicio en línea ofrece funcionalidades específicas para sus usuarios (Admin_Wp, s. f.).

2.2 FIGMA UX (Experiencia del Usuario) Y UI (interfaz de usuario) software utilizado para la creación de pantallas de alta y baja.

La herramienta de diseño de interfaz moderna.

Figma es una herramienta de diseño UX gratuita y colaborativa basada en web que permite a todo el equipo ver los diseños más recientes e interactuar con estos mediante el acceso a una única dirección



URL en tiempo real (Herramienta Gratuita de Diseño UI En Línea y Software Para Equipos | Figma, s. f.).

1. Diseñada para colaborar

Se puede compartir fácilmente el estado actual de los diseños para abrir la colaboración, hacer revisiones y recibir feedback o aprobación.

2. Todos los beneficios de la nube

Figma está alojada en el navegador y funciona en Windows, Chrome, Mac y Linux.

Los cambios se guardan automáticamente y pueden acceder a este mediante el historial de versiones de Figma.

Es ligera, rápida y no requiere instalación para usarla o compartir archivos.

2.3 VISUAL STUDIO CODE

Visual Studio Code es un editor de código fuente ligero pero potente que se ejecuta en el escritorio y está disponible para Windows, macOS y Linux. Viene con soporte integrado para JavaScript, TypeScript y Node.js y tiene un rico ecosistema de extensiones para otros lenguajes y entornos de ejecución (como C++, C#, Java, Python, PHP, Go, .NET). (Documentation For Visual Studio Code, 2021).

2.4 NODE

Node.js® es un entorno de ejecución de JavaScript gratuito, de código abierto y multiplataforma que permite a los desarrolladores crear servidores, aplicaciones web, herramientas de línea de comandos y scripts.

Node.js ejecuta el motor JavaScript V8, el núcleo de Google Chrome fuera del navegador, permitiendo tener un gran rendimiento se utilizó el comando NPM run build el cual en el ecosistema de Node.js y NPM (Node Package Manager) que permite a los desarrolladores compilar y optimizar el código fuente de una aplicación para su implementación en producción. Este comando generalmente se utiliza en proyectos de JavaScript, especialmente aquellos contruidos con frameworks modernos como React, Vue o Angular. (Node.js — Run JavaScript Everywhere, s. f.-b).

2.5 GIT

Git es un sistema de control de versiones distribuido que permite a los desarrolladores rastrear cambios en el código fuente a lo largo del tiempo, facilitando la colaboración en proyectos de software. Está



diseñado para manejar proyectos de cualquier tamaño con velocidad y eficiencia (Loeliger, J., y McCullough, M. 2012).

2.6 VITE

Vite es una "herramienta de compilación" moderna que permite a los desarrolladores web crear aplicaciones de manera más rápida y eficiente. Utiliza un enfoque basado en módulos para el desarrollo, lo que proporciona una experiencia de desarrollo instantánea y un tiempo de recarga extremadamente rápido. Vite optimiza la construcción de aplicaciones mediante la utilización de tecnologías como módulos ES y permite una integración fluida con frameworks populares como Vue y React (Evan You. 2020).

2.7 Git hub alojamiento

GitHub es una plataforma de alojamiento de códigos que utiliza el sistema de control de versiones Git. Esta herramienta permite a los desarrolladores colaborar en proyectos, gestionar repositorios y compartir su código de manera eficiente. GitHub ofrece funcionalidades como el seguimiento de cambios, gestión de versiones y herramientas para la revisión de código, lo que facilita la colaboración en equipo. Además, proporciona un entorno para la integración y la entrega continuas (GitHub, 2023).

2.8 Framework Tailwind CSS (Hojas de Estilo en Cascada).

Tailwind CSS es un framework de CSS de tipo utilidad-primero que permite a los desarrolladores construir interfaces de usuario personalizadas mediante la combinación de clases utilitarias. A diferencia de los frameworks tradicionales que proporcionan componentes predefinidos, Tailwind ofrece un enfoque más flexible y eficiente, facilitando la creación de diseños responsivos y altamente personalizados. Este framework permite a los desarrolladores centrados en la funcionalidad y el diseño sin la necesidad de escribir estilos CSS desde cero, lo que optimiza el flujo de trabajo y mejora en esto también se utilizaron diversas librerías como son: Librería Flowbitereact, Librería react-icons, Librería Tailwind CSS-animated, Librería Emailjs (Tailwind Labs, 2023).

3.-Metodología

La implementación de la Tailwind CSS y React.js permite hacer más corto el código, en la parte de superior se muestran los complementos generados teniendo un mayor orden y reducción de líneas de código mejorando la interfaz de este mismo.

A continuación, se presenta el proceso de la implementación, así como los resultados obtenidos.



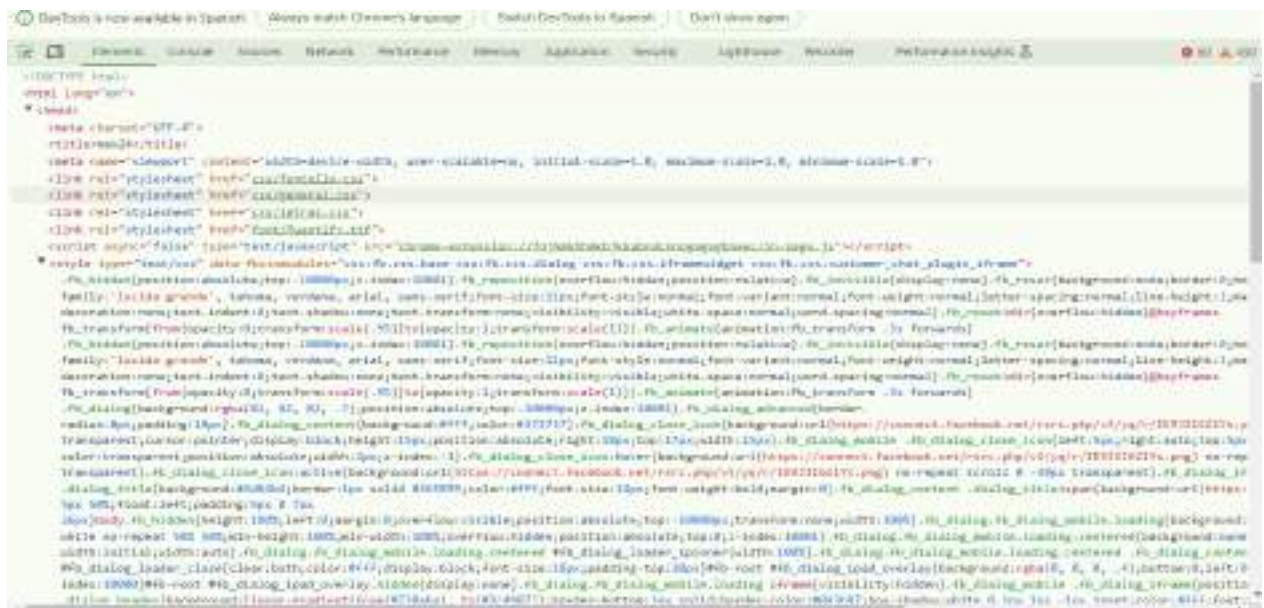


Figura 1.- Código Página principal anterior.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 1, se observa el código en exceso y sin estructura, sin embargo en la siguiente figura se observa un mayor orden y comentarios es mas entendible para futuras modificaciones.



Figura 2.- Código Página principal actual.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura 2 se observa un mayor orden en el código agregando comentarios lo cual lo hará mas entendible para futuras modificaciones y actualizaciones.



Figura 3.- Índice archivo principal.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 3 se muestra el Index del archivo principal actual lo cual es el documento principal de la página web y es el primer archivo que se carga cuando se accede a un sitio, es fundamental para la organización y la visualización de un sitio web.



Figura 4.- Código de las diferentes partes de la página anterior.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se observa el código de las partes de la página anterior, a la vez se implementaba todo en solo una plantilla de código permitiendo dar cuenta de los errores ortográficos.

En la figura 6 está el componente desglosando la información principal de la plataforma donde se colocan los principales letreros de información sobre la mesa.



Figura 7.- Componente de contacto de la página.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7 se observa el componente de contacto de la página en donde se estructura de mejor manera y mayor facilidad de acceso y funcionando al 100 % haciendo que la empresa reciba cualquier alerta de solicitud de información.



Figura 8.- Componente de pie de página de la plataforma.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 8 se muestran los componentes de pie de página de la plataforma, además de la información de contacto de la empresa implementando redes sociales principales.



Figura 9. Componente de carrusel de imágenes página principal.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9 se plasma el componente de carrusel de imágenes de la página principal, en donde se implementaron nuevas imágenes de mayor calidad y orden permitiendo hacer su actualización más fácil.



Figura 10. Componente de carrusel.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 10 se describen fuentes, tamaños y colores de las diferentes imágenes del carrusel de las imágenes de la página principal.



Figura 11. Componente de Navbarmobile.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 11 se muestra el componente Navbarmovile el cual tendrá la funcionalidad de poder ser visto en cualquier dispositivo móvil.



Figura 12.- Pantalla principal anterior.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 12 se muestra la pantalla principal con poco interés al usuario y también imágenes obsoletas.



Figura 13.- Pantalla misión y visión.
Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se muestra la pantalla de misión y visión con errores ortográficos y poco interés.



Figura 14.- Pantalla principal
Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se muestra la pantalla principal mejorando interfaz e imágenes actualizadas.



Figura 15.- Información actualizada

Fuente: Elaboración propia

En la figura 15 se presenta la información actualizada sobre la empresa ayudando a conocer mejor a la empresa.

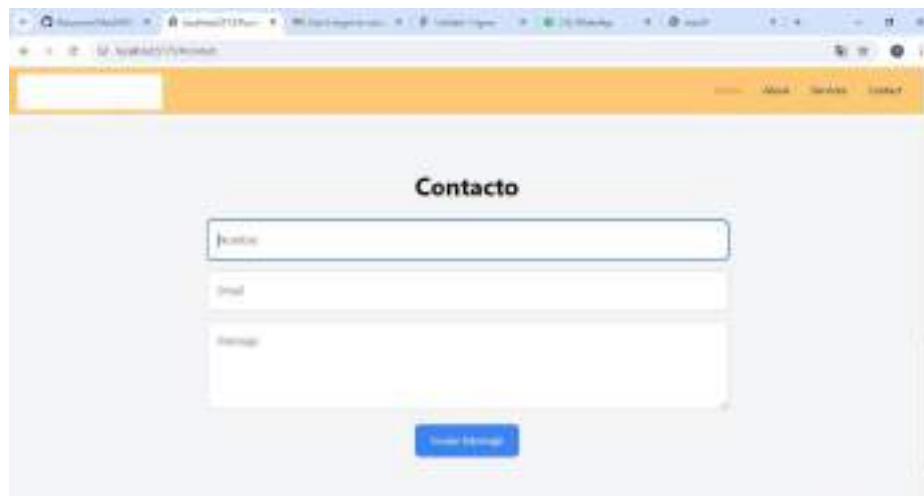


Figura 16. Pantalla de contacto actualizada y funcional.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 16 se muestra la pantalla de contacto actualizada y funcional mandando información precisa del cliente.

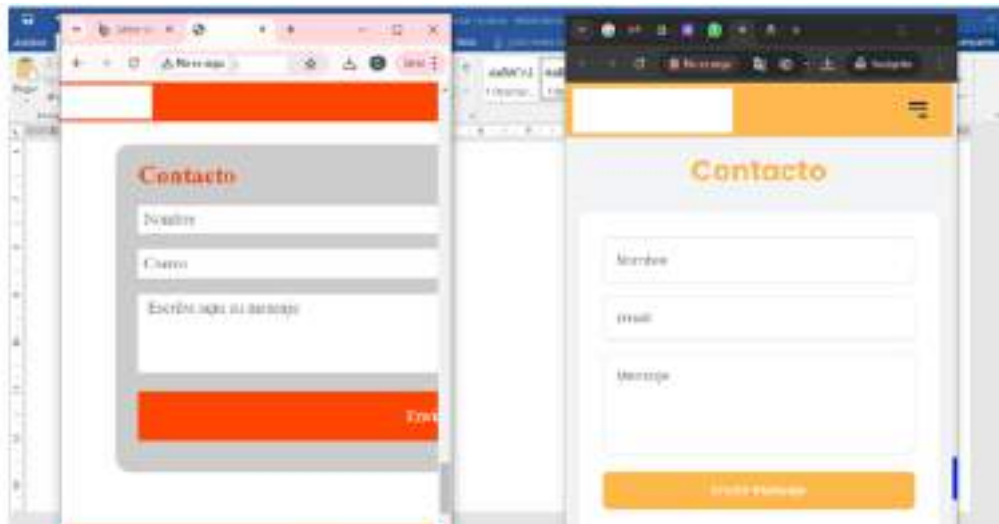


Figura 17.- Pantalla de contacto con diseño responsivo funcionando.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se presenta la pantalla de contacto con diseño responsivo y de manera funcional haciendo una gran mejora y experiencia de usuario.

3.Resultados

Se evaluó la eficiencia, el mantenimiento y la adaptabilidad en el desarrollo de aplicaciones web mediante la combinación de Tailwind CSS y React. Los resultados obtenidos reflejan los beneficios prácticos de esta integración, destacando aspectos clave como la reducción del tiempo de desarrollo, la consistencia en el diseño y la capacidad de adaptación a diferentes contextos y dispositivos.

Se identificaron tres áreas principales de impacto: eficiencia en el desarrollo, mantenimiento simplificado y adaptación rápida. En términos de eficiencia, el uso de clases utilitarias de Tailwind CSS permitió aplicar estilos directamente en los componentes React sin la necesidad de archivos CSS adicionales, mientras que los componentes reutilizables de React contribuyeron a optimizar tiempos y garantizar uniformidad en la aplicación. En cuanto al mantenimiento, las herramientas utilizadas proporcionaron un diseño consistente y una separación clara entre lógica y estilo, lo que facilita futuras modificaciones. Finalmente, la capacidad de adaptación se vio reforzada por el uso de estilos responsivos en Tailwind y la interacción dinámica que ofrece React.

Estos resultados subrayan cómo la elección de tecnologías modernas y buenas prácticas puede impactar positivamente en la experiencia de desarrollo, aportando beneficios en términos de agilidad, flexibilidad y sostenibilidad del código a largo plazo.

Eficiencia en el Desarrollo

1. Clases utilitarias (Tailwind CSS):

- Aplicación directa de estilos en componentes React sin necesidad de un archivo CSS adicional.



2. Componentes reutilizables (React):

- Reducción del tiempo de desarrollo.
- Mejora la consistencia de la aplicación.

Mantenimiento Simplificado.

1. Consistencia de diseño:

- Las clases de Tailwind aseguran un estilo uniforme en toda la plataforma.

2. Separación de preocupaciones:

- La lógica y los estilos están bien organizados, facilitando modificaciones futuras.

Adaptación Rápida.

1. Estilos responsivos:

- Interfaces que se adaptan fácilmente a diferentes dispositivos mediante Tailwind.

2. Modificaciones dinámicas:

- React ajusta la interfaz en tiempo real según la interacción del usuario.

Recomendaciones.

1. Inicio del Proyecto:

- Usar Create React App para configurar rápidamente el entorno de desarrollo. Instalar TailwindCSS.

2. Estructura de Carpetas:

- Organizar el proyecto separando componentes, estilos y utilidades para un mantenimiento más sencillo.

3. Buenas Prácticas:

- Priorizar el uso de clases utilitarias en lugar de CSS personalizado.
- Crear componentes genéricos para reutilizarlos en distintas partes del proyecto.



Beneficios.

1. Desarrollo Ágil:
 - Reducción del tiempo en la creación de interfaces gracias a las clases utilitarias.
 - Integración de componentes reutilizables y dinámicos para agilizar el trabajo.
2. Mayor Flexibilidad:
 - Ajustes rápidos de estilos a través de las clases utilitarias de Tailwind.
 - Mejora en la interactividad gracias a la capacidad de manejar el estado en React.
3. Mantenimiento Eficiente
 - Código claro y bien estructurado que facilita su comprensión.
 - Mayor facilidad para realizar actualizaciones y ampliaciones en el futuro.

4. Conclusiones

En el contexto actual la implementación de tecnologías como Tailwind CSS y React.js ha demostrado ser una estrategia eficaz para simplificar el desarrollo de plataformas web, reducir la complejidad del código y mejorar tanto el diseño como la funcionalidad de los sistemas digitales. Este enfoque no solo optimiza los procesos de desarrollo, sino que también permite la creación de experiencias personalizables y atractivas para los usuarios.

A partir de este artículo, surgen varias perspectivas y áreas de exploración futura:

Ampliación de Integraciones: Incorporar herramientas de inteligencia artificial para mejorar la personalización de la experiencia del usuario en tiempo real y la toma de decisiones basada en datos.

Estrategias de Sostenibilidad: Investigar cómo estas tecnologías pueden ser utilizadas para desarrollar plataformas más eficientes energéticamente, reduciendo su huella ambiental.

Exploración de Nuevas Librerías y Frameworks: Integrar librerías complementarias o frameworks emergentes que potencien aún más el desarrollo colaborativo y la adaptabilidad del diseño.

Enfoque Educativo: Diseñar recursos educativos basados en proyectos que utilicen estas tecnologías, incentivando el aprendizaje práctico en instituciones educativas y organizaciones.

En un entorno digital en constante evolución, este proyecto subraya la necesidad de mantener un enfoque flexible e innovador, donde la adopción de herramientas modernas permita no solo superar los desafíos actuales, sino también preparar el camino para soluciones aún más avanzadas en el futuro.



5. Referencias

- o Admin_Wp. (s. f.). Plataforma web, qué es y cuándo usarla – Blog Software Informático. <https://softwareinformatico.com/blog/plataforma-web-que-es-y-cuando-usarla/>
- o Chacon, S., y Straub, B. (2014). Pro-Git (2. ed.). Aprendido. <https://git-scm.com/libro/es/v2>
- o Documentation for Visual Studio Code. (2021, 3 noviembre). <https://code.visualstudio.com/docs>
- o Facebook. (2021). Reacciona. <https://rea.org>
- o Figma. (s. f.). Herramienta de diseño UX y software UX gratuitos en línea | Figma. <https://www.figma.com/es-la/ux-design-tool/>
- o Figma. (s. f.). Herramienta gratuita de diseño UI en línea y software para equipos | Figma. <https://www.figma.com/es-la/ui-design-tool/>
- o Figma. (s. f.). UI vs UX: What's the Difference between UI & UX Design? | Figma. <https://www.figma.com/resource-library/difference-between-ui-and-ux/?lang=es-la>
- o Giraldo, V. (2021, 22 junio). Plataformas digitales: ¿qué son y qué tipos existen? Rock Content - ES. https://rockcontent.com/es/blog/plataformas-digitales/#google_vignette
- o GitHub. (sin fecha). Acerca de GitHub. <https://g.com/acerca-de>
- o González, D. (2020). Entendiendo los scripts de npm: los conceptos básicos para ejecutar tu compilación. FreeCodeCamp. <https://www.fr.org/noticias/onu-npm-scripts-th-conceptos-basicos-de-runni-su--construir/>
- o Iconos de React. (nd). Iconos de React. <https://react-icon.github.io/react-iconos>
- o Marr, B. (2020). Cómo Google Maps cambió la forma en que navegamos por el mundo. <https://en.para.do/sitios/berna/2/10/12/hora-Google-Los-mapas-cambiaron-la-forma-nosotros-navegamos-el-wo/>
- o Marr, B. (2021). Cómo las API de Facebook están transformando la forma en que nos conectamos. Forbes. <https://www.forbes.com/si/berna/2/06/07/cómo-fac-api-se-están-transformando-el-camino-nosotros-conectamos/>
- o Miller, A. (2020). Reseña de BeFunky: ¿el mejor editor de fotos para usuarios ocasionales? <https://www.techrad.com/revisión/befunky-revisión>
- o Node.js — Introduction to Node.js. (s. f.). <https://nodejs.org/en/learn/getting-started/introduction-to-nodejs>
- o Node.js — Run JavaScript everywhere. (s. f.-b). <https://nodejs.org/en>
- o Reacción de Flowbite (2023). Reacción de Flowbite. <https://flowb-reacciona.com/>
- o Tailwind CSS animado. (sin fecha). Tailwind CSS animado. <https://git.com/anuncio-golab/viento-de-cola-anima>
- o Tailwind Labs. (sin fecha). Tailwind CSS. <https://tailwindcss.com>
- o Vaz, C. (2021). EmailJS: una solución sencilla para enviar correos electrónicos desde su aplicación web. <https://yo.com/@carlos/correo-electrónico-a--bobo-entonces-a--sendi-ellos-desde-yo-web--aplicar-53c8d>



- o Wright, R. (2019). Imgur: El mejor lugar para compartir y descubrir memes.
<https://www.elv.com/2019/6/12/18663/ingu-a-mí-sha-sitio-web-Rdo>



Transformando la educación con steam: proyecto de robótica educativa

Castillos, Moo-Eduardo¹, Balam, Can-Placido², Ojeda, Arana-MirnadeJesus³, Cruz de Dios-EdwinAbiezer⁴

68. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, e.castillo@itscarrillopuerto.edu.mx.
69. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, p.balam@itscarrillopuerto.edu.mx.
70. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, m.ojeda@itscarrillopuerto.edu.mx.
71. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, 201k0031@itscarrillopuerto.edu.mx.

Resumen: En este proyecto del Club STEAM TecNM se centró en el diseño y el desarrollo de un robot educativo basado en Arduino, destinado a estudiantes de preparatoria. El objetivo fue utilizar un enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) para introducir a los estudiantes en conceptos básicos de programación, robótica y matemáticas de una forma práctica y atractiva. Se les brindó una experiencia educativa dinámica a través del uso de herramientas como Arduino y Tinkercad, que combina teoría y práctica. Asimismo, se llevaron a cabo sesiones de capacitación y evaluaciones de conocimiento y satisfacción, las cuales permitieron mejorar el contenido y adaptarlo a las exigencias de los estudiantes. El proyecto resultó en una experiencia enriquecedora que fomenta el interés por la tecnología y el aprendizaje aplicado, con el propósito de continuar implementando y expandiendo estas actividades en el futuro.

Palabras clave: Aplicación práctica, Autonomía, Club STEAM, Colaboración, Creatividad, Curiosidad, Educación, Innovación, Matemáticas aplicadas, Pensamiento crítico, Robot educativo, Tecnología, Trabajo en equipo.

Abstract: This project, developed by the STEAM Club at TecNM, focused on the design and development of an educational robot based on Arduino, aimed at high school students. The objective was to use a STEAM (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) approach to introduce students to basic concepts of programming, robotics, and mathematics in a practical and engaging way. Students were provided with a dynamic educational experience using tools like Arduino and Tinkercad, combining theory and practice. Additionally, training sessions and knowledge and satisfaction assessments were conducted, which allowed for the improvement and adaptation of the content to meet students' needs. The project resulted in an enriching experience that fosters interest in technology and applied learning, with the goal of continuing to implement and expand these activities in the future.

Keywords: Practical application, Autonomy, STEAM Club, Collaboration, Creativity, Curiosity, Education, Innovation, Applied mathematics, Critical thinking, Educational robot, Technology, Teamwork.



1. Introducción

En la actualidad, la educación se enfrenta al desafío constante de evolucionar y adaptarse a las exigencias tecnológicas y de innovación contemporáneas. Para los estudiantes, comprender cómo la tecnología puede aplicarse de forma práctica a conceptos académicos se ha convertido en esencial para desarrollar habilidades que los preparen para enfrentar los retos de este siglo. En este contexto, surge el Club STEAM TecNM, un proyecto y actividades prácticas que posibilitan la aplicación de conocimientos en situaciones reales. El objetivo de este proyecto es crear un robot educativo, utilizando plataformas accesibles como Arduino y Tinkercad, para que los estudiantes de preparatoria exploren el potencial de la robótica y comprendan cómo se pueden aplicar sus conocimientos de matemáticas a través de la tecnología. Además de aprender teoría, esta iniciativa posibilita que los estudiantes experimenten, se equivoquen, construyan y descubran en un entorno que promueve la colaboración, la creatividad y la curiosidad.

El proyecto de crear un robot no solo responde a la necesidad de enseñar habilidades técnicas, sino también a la de fortalecer competencias que tienen un impacto profundo en la vida de los estudiantes: el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la capacidad de trabajo en equipo. En cada sesión, los estudiantes se ponen alentados a cuestionarse y buscar soluciones prácticas a los desafíos que enfrentan, lo cual potencia su autonomía y su confianza en sí mismos. El Club STEAM TecNM es un esfuerzo conjunto entre docentes y estudiantes, todos enfocados en un objetivo común, hacer de la educación una experiencia dinámica, práctica y significativa. Este documento explica cómo la tecnología puede ser utilizada en la enseñanza y ayudar a futuras generaciones a explorar el fascinante mundo de la tecnología aplicada.

A partir de esta sección hasta las conclusiones, el artículo deberá abarcar un mínimo de 750 palabras y máximo de 3000, sin incluir ecuaciones, tablas y figuras. Escritura continua sin sangrías en los párrafos, ni estilos. Los trabajos deben presentarse a espacio y medio, con márgenes de 2.5 cm a cada lado. El tipo de letra es arial de 11 puntos, sin estilos.

2. Sustento teórico

El desarrollo de un robot educativo basado en Arduino para aplicar tecnologías en el aprendizaje de matemáticas básicas en estudiantes de preparatoria se sustenta en varias áreas del conocimiento, que van desde la educación STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) hasta la robótica educativa, pasando por el uso de microcontroladores como el Arduino y su integración con componentes electrónicos.



- **STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte, y Matemáticas)**

El enfoque educativo STEAM integra las disciplinas de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas para proporcionar una educación más holística y práctica. Este enfoque busca romper las barreras de la educación tradicional, promoviendo la creatividad y el pensamiento crítico a través de proyectos colaborativos y experiencias de aprendizaje integradoras. (Salgero, 2021).

- **Tecnología aplicada**

La tecnología aplicada se refiere al uso práctico de conocimientos científicos y técnicos para resolver problemas específicos y satisfacer necesidades humanas. (Labs, 2024). Este concepto abarca desde la implementación de inteligencia artificial en diversas industrias hasta el uso de drones para medir la contaminación. (PAIS, 2024).

- **Robótica básica**

La robótica básica involucra el diseño, construcción y programación de robots simples. Este campo combina conocimientos de informática, física y matemáticas, y es una excelente manera de introducir a los estudiantes en la ingeniería y la programación⁵⁶. (Robogenios, 2023). Los componentes principales de la robótica incluyen hardware, software, sensores y actuadores.

- **Proyectos educativos**

Los proyectos educativos son iniciativas diseñadas para alcanzar objetivos de formación y aprendizaje en un contexto específico. Estos proyectos pueden variar desde la creación de jardines escolares hasta la implementación de programas de lectura en parques. Los proyectos educativos fomentan el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades sociales y académicas. (CMF, 2022).

- **Educación tecnológica**

La educación tecnológica se enfoca en el uso de herramientas y recursos digitales para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este enfoque promueve el desarrollo de habilidades digitales esenciales y prepara a los estudiantes para un mundo laboral cada vez más orientado a la tecnología. Además, fomenta la creatividad y la innovación a través de métodos interactivos e inmersivos. (Educación tecnológica: definición & ejemplos | StudySmarter, s.f.).

- **Taller educativo**

Un taller educativo es una metodología de enseñanza que se caracteriza por el aprendizaje práctico y colaborativo. Los talleres educativos permiten a los participantes aplicar conocimientos teóricos en un contexto práctico, fomentando la creatividad y el pensamiento crítico. Estos talleres suelen incluir actividades dinámicas y participativas que facilitan el aprendizaje activo. Además, los talleres educativos promueven el trabajo en equipo y el desarrollo de habilidades sociales. (El Taller Educativo: Metodología de Enseñanza y Tipos para la Educación Infantil - La Compra Ideal Chile, 2023).



- **Electrónica educativa**

La electrónica educativa se refiere al uso de dispositivos y proyectos electrónicos como herramientas de enseñanza para facilitar el aprendizaje de conceptos científicos y tecnológicos. Este enfoque promueve el desarrollo de habilidades prácticas y teóricas en los estudiantes, permitiéndoles aplicar conocimientos en situaciones reales. La electrónica educativa incluye el uso de kits de aprendizaje, simuladores y plataformas de programación como Arduino para enseñar principios de electrónica y programación. (Educativa., 2022).

- **Investigación documental**

Una investigación documental es aquella que se caracteriza por emplear la consulta de fuentes escritas o grabadas, es decir, fuentes documentales, como son libros, periódicos, revistas, anuarios, grabaciones o filmaciones, etc. Este tipo de fuentes sirven al investigador como muestra o representación de los hechos ocurridos y le sirven para intentar elaborar conclusiones respecto a los mismos. (Investigación Documental - Concepto, tipos, técnicas y ejemplos, s. f.).

- **Manual de procedimiento**

El manual de procedimientos es un documento que contiene las reglas y pautas sobre cómo deben ejecutarse ciertos procesos en una empresa. Estos escritos permiten a las organizaciones administrar y guiar sus operaciones, estrategias y flujos de trabajo hacia resultados óptimos, así como mantener estándares de calidad y eficiencia. (Manual de procedimientos, s. f.).

- **Diagrama de flujo**

Un diagrama de flujo es un diagrama que describe un proceso, sistema o algoritmo informático. Se usan ampliamente en numerosos campos para documentar, estudiar, planificar, mejorar y comunicar procesos que suelen ser complejos en diagramas claros y fáciles de comprender. (Qué es un diagrama de flujo, s. f.).

- **Investigación cuantitativa**

La investigación cuantitativa es un método estructurado de recopilación y análisis de información que se obtiene a través de diversas fuentes. Este proceso se lleva a cabo con el uso de herramientas estadísticas y matemáticas con el propósito de cuantificar el problema de investigación. (Ortega, 2017).





Figura 1: Realización de investigación cuantitativa.

• Investigación cualitativa

La investigación cualitativa es un método para recoger y evaluar datos no estandarizados. En la mayoría de los casos se utiliza una muestra pequeña y no representativa con el fin de obtener una comprensión más profunda de sus criterios de decisión y de su motivación.(*Investigación cualitativa*, s. f.).

Tabla 1. Comparativa de los análisis cuantitativo y cualitativo.

	Datos cualitativos	Datos cuantitativos
Análisis cualitativo	Análisis cualitativo de datos cualitativos: evaluación interpretativa de textos, hermenéutica, teoría fundamentada u otras técnicas de análisis cualitativo	Análisis cualitativo de datos cuantitativos: interpretación del significado de los resultados cuantitativos
Análisis cuantitativo	Análisis cuantitativo de datos cuantitativos: análisis de contenido, frecuencia de palabras, lista de palabras	Análisis cuantitativo de datos cualitativos: uso de métodos estadísticos para el análisis. No se utiliza en la investigación cualitativa

Fuente: Elaboración propia

• Metodología STEAM



La educación STEAM permite una aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje desde un proceso activo impulsado por un juego experimental que promueve la ruptura de barreras entre disciplinas e incluye múltiples posibilidades en la encrucijada arte, ciencia y tecnología. Esta metodología se puede aplicar de varias formas, cómo puede ser en la formación con cursos dirigidos a sanitarios o bien otros muchos sectores. (García, 2021).



Figura 2. Plan de elaboración de actividad en STEAM

Fuente: Elaboración propia

3. Metodología

El enfoque STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) se ha convertido en una herramienta educativa fundamental para preparar a los estudiantes frente a los desafíos del siglo XXI (*La educación transforma vidas* | UNESCO, s. f.). Este enfoque no solo busca mejorar las competencias en áreas científicas y tecnológicas, sino que también fomenta la creatividad, el pensamiento crítico y la resolución de problemas complejos a través de la integración interdisciplinaria. Además, Kalaitzidou y Pachidis sostienen que las actividades STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) permiten a los estudiantes "desarrollar habilidades de trabajo en equipo, colaboración y creatividad, fomentando el aprendizaje activo y la curiosidad" (Kalaitzidou & Pachidis, 2023, p. 13). En el contexto global, la implementación de proyectos STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) en las instituciones educativas permite a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas y aplicadas, esenciales para su futuro académico y profesional.

En particular, el desarrollo de un robot educativo basado en Arduino para ayudar a los estudiantes de preparatoria a comprender cómo la tecnología y la robótica se aplican en la resolución de problemas matemáticos básicos es una iniciativa clave en este marco. Según Hsieh, "los robots basados en Arduino son accesibles y flexibles, permitiendo a los estudiantes con poco conocimiento técnico comprender fácilmente conceptos complejos" (Hsieh, 2021). Este proyecto se fundamenta en la enseñanza de la tecnología aplicada a las matemáticas, proporcionando a los estudiantes una experiencia práctica que les permite entender cómo se pueden utilizar herramientas tecnológicas para realizar operaciones matemáticas, como suma, resta, multiplicación y división, de manera más eficiente y creativa.

El proyecto no solo aborda la necesidad de integrar la tecnología en la educación matemática, sino que también responde a las demandas de la agenda 2030 de las Naciones Unidas. Específicamente, se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4 y 5, que promueven una educación de calidad e inclusiva, así como la igualdad de género (Moran, s. f.). La educación en áreas STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) es indispensable para reducir la brecha de género en campos técnicos y para garantizar que todos los estudiantes, sin importar su género, tengan acceso a oportunidades de aprendizaje. En el marco del proyecto Robot STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas), se demostró que la educación en áreas STEAM es importante para cerrar esta brecha, garantizando que los estudiantes puedan acceder a una educación inclusiva que los prepare para un futuro tecnológico (Camargo, s. f.).

En el contexto del municipio de Felipe Carrillo Puerto, donde las oportunidades de acceso a tecnologías avanzadas pueden ser limitadas, este proyecto tiene un impacto muy importante al ofrecer a los estudiantes de preparatoria una herramienta concreta y accesible para entender la aplicación de la robótica y la tecnología en la resolución de problemas matemáticos. Esto no solo mejora sus habilidades en estas áreas, sino que también los prepara para enfrentarse a un mundo laboral cada vez más digitalizado, donde, como se menciona en la tecnología como motor de cambio educativo, la capacidad de aplicar conocimientos tecnológicos será necesaria.

4. Desarrollo

Selección de Componentes

En esta etapa se eligieron los elementos de hardware y software adecuados para el desarrollo del robot educativo, priorizando herramientas accesibles y alineadas con los objetivos del taller. Se seleccionan componentes como Arduino Uno, servomotores, sensor PIR, una pantalla LCD 16x2 y la plataforma Tinkercad, utilizada para diseño y simulación debido a su enfoque educativo y facilidad de uso.





Figura 3: Tabla de componentes electrónicos con sus características técnicas y simbología Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de Hardware

Se ensamblaron y conectaron los componentes electrónicos siguiendo un diseño detallado en Tinkercad. La estructura física del robot fue diseñada para soportar los elementos electrónicos, asegurando funcionalidad y accesibilidad.

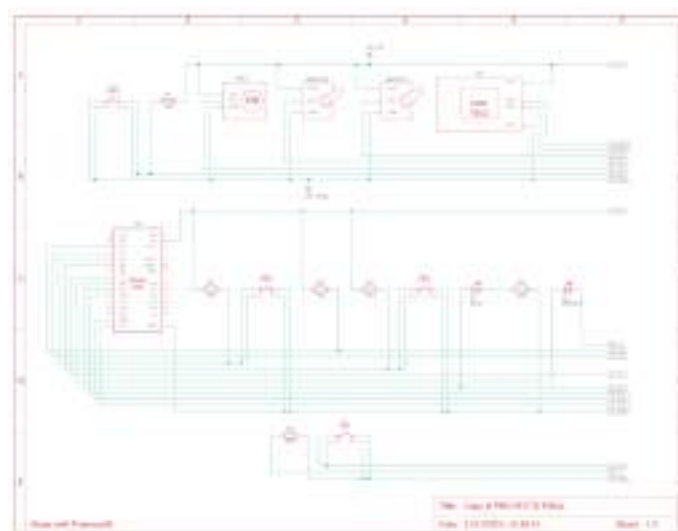


Figura 4: Arquitectura de los componentes del robot Fuente: Elaboración propia.

Desarrollo de Software

La programación en Arduino incluyó el desarrollo de funcionalidades clave como el reconocimiento de gestos y la ejecución de algoritmos matemáticos básicos. Estos permiten al robot evaluar respuestas correctas e incorrectas, proporcionando retroalimentación visual mediante la pantalla LCD y movimientos de servomotores.

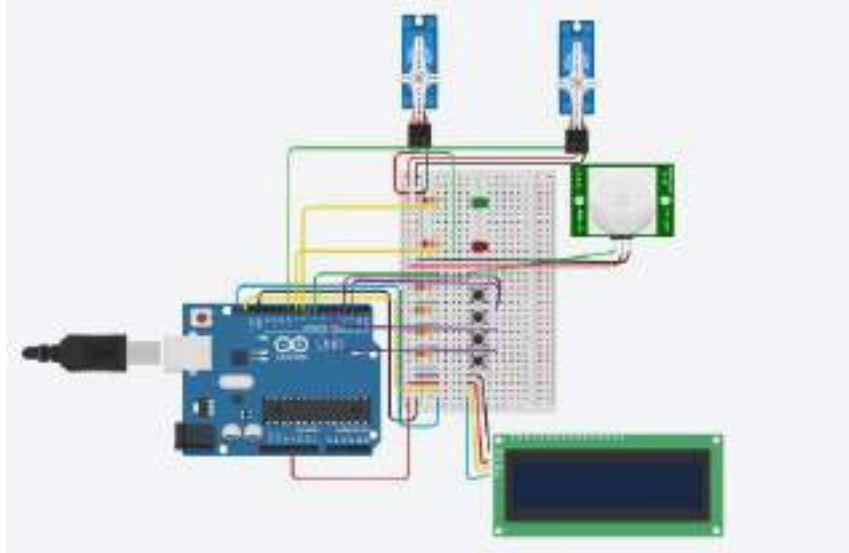


Figura 5: Conjunto y conexión de componentes electrónicos según el diseño con una estructura optimizada para funcionalidad y accesibilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Implementación

Se integraron los componentes de hardware y software, garantizando que el robot respondiera eficientemente a comandos y resolviera operaciones matemáticas.

Coordinación y Ejecución del Taller

Se coordinó con la dirección de una preparatoria para agendar el taller, enfocado en enseñar la aplicación de robótica en matemáticas básicas. Los estudiantes participaron en una introducción teórica y actividades prácticas utilizando Tinkercad y Arduino. Se llevaron a cabo actividades preparatorias, como la creación de una presentación en PowerPoint sobre Tinkercad y Arduino, un modelo 3D en Blender para ilustrar componentes electrónicos, y encuestas para evaluar conocimientos iniciales y satisfacción tras el taller.



Figura 6: Fotografía tomada durante la exposición del taller de Arduino del Club STEAM.

Fuente: Elaboración propia.

5. Resultados, discusión

Resultados de la Evaluación Diagnóstica

En términos generales, los resultados de la evaluación diagnóstica evidencian una diversidad de conocimiento entre los estudiantes en cuanto a la informática y la electrónica básica. A continuación, se presenta un análisis detallado de cada interrogante, con sus porcentajes de aciertos y recomendaciones para futuras sesiones.

1. ¿Cuál de estos dispositivos se utiliza para ingresar datos en una computadora?

El 62.1% de los estudiantes respondió correctamente al identificar el teclado como dispositivo de entrada de datos. Este elevado porcentaje indica que los estudiantes tienen una sólida comprensión de los dispositivos básicos de entrada y salida sólida. Sin embargo, el 37.9% respondió el inciso A que es el monitor, con el fin de consolidar este conocimiento en futuras presentaciones se podrían incluir otros ejemplos de dispositivos de entrada y salida menos habituales tales como escáneres o micrófonos.



1. ¿Cuál de estos dispositivos se utiliza para ingresar datos en una computadora?

36 de 58 respuestas correctas.

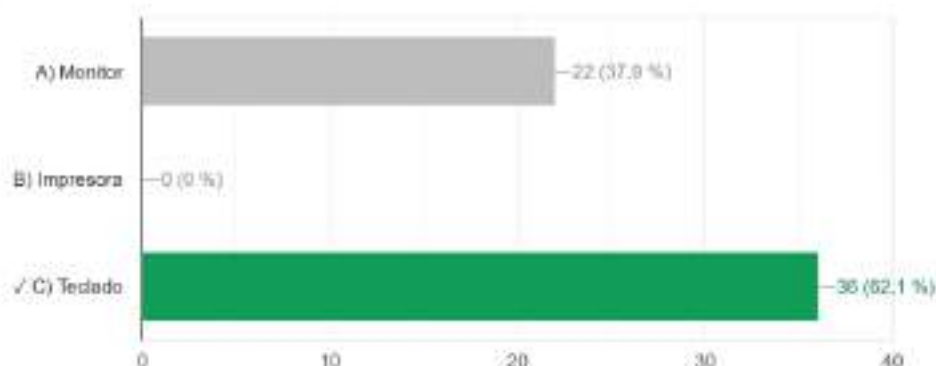


Figura 7: Resultados generales de la pregunta 1 en la evaluación de conocimiento
Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la evaluación diagnóstica muestran que los estudiantes tienen una comprensión sólida de la informática y la electrónica, pero carecen de habilidades de conceptos específicos como las unidades de medida de la electricidad. Para mejorar futuras presentaciones, se sugiere que realicen actividades prácticas que incluyan la aplicación de conceptos de corriente, voltaje y resistencia en circuitos simples. Lista de ejemplos de dispositivos de entrada, hardware, sistema operativo presentada en diversidad. Explicación adicional de cómo funcionan los elementos individuales en un circuito a través de la batería y su papel al trabajar con otros elementos eléctricos.

Resultados Generales de la Evaluación de Satisfacción

La evaluación de satisfacción del taller de Arduino arrojó resultados positivos en términos de percepción, calidad del contenido y efectividad del instructor. En general, los estudiantes expresaron altos niveles de satisfacción con el taller y destacaron el aprendizaje de nuevos conocimientos sobre la programación y el uso de Arduino. A continuación, se presenta un análisis detallado de cada pregunta junto con los porcentajes de satisfacción y recomendaciones para mejorar futuras presentaciones.

Análisis de Preguntas y Porcentajes de Respuestas

1. Satisfacción General con el Taller

El resultado de la satisfacción fue un 87.5% de los estudiantes calificó su satisfacción general con el taller en niveles altos (4 y 5 en la escala), señalando que el contenido fue relevante y útil. Esta alta satisfacción indica que el taller cumplió con las expectativas de los estudiantes. Para futuras sesiones, se recomienda mantener el enfoque práctico e interactivo que motivó a los participantes. Sin embargo, el 8.9% respondió la escala 3 y el 2.16% respondió la escala 1 y 2.

1.- ¿Qué tan satisfecho(a) te sientes con este taller en general? Evalúa tu respuesta en una escala del 1 al 5.
56 respuestas

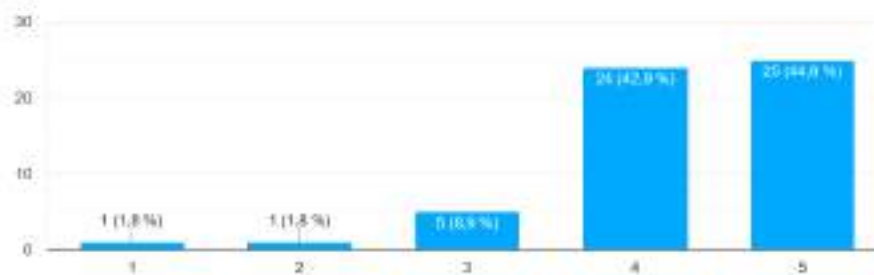


Figura 8: Resultados generales de la pregunta 1 en la evaluación de satisfacción
Fuente: Elaboración propia.

6. Conclusiones

El Club STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) ha sido una experiencia muy interesante, no solo en términos técnicos, sino también en el impacto que ha tenido en los estudiantes de preparatoria. El robot educativo combina la tecnología con las matemáticas de manera fácil y dinámica. Los estudiantes, al tener la oportunidad de interactuar directamente con herramientas tecnológicas, adquirieron una comprensión más clara y aplicable de los conceptos teóricos que suelen percibir como abstractos.

En este proyecto, los estudiantes exploraron y conectaron diferentes áreas de conocimiento como la ciencia, tecnología, ingeniería, arte y matemáticas para aprender de manera completa. El proyecto dio habilidades importantes como ser creativo, resolver problemas y trabajar en equipo. Ver a los estudiantes trabajar juntos, resolver problemas y sentirse orgulloso de ver sus ideas en un robot fue una demostración del potencial del aprendizaje interdisciplinario.

Este proyecto permitió a los profesores y al equipo de colaboradores experimentar de primera mano el impacto de las metodologías activas en la educación. Cuando los estudiantes se enfocaron en aprender, se notó que el aprendizaje es una experiencia interactiva y tangible. El Club STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemáticas) es una señal de que iniciativas como esta pueden marcar una diferencia real en la educación, al hacer que los estudiantes se sientan motivados y conectados con lo que están aprendiendo.

El proyecto no solo alcanzó sus objetivos de enseñanza tecnológica, sino que también brindó oportunidades para explorar cómo la tecnología, cuando se comprende y utiliza con objetivo, puede ser una herramienta poderosa para solucionar problemas y construir un futuro lleno de posibilidades. Durante la vivencia, la educación se enfoca en el aprendizaje práctico y el desarrollo de habilidades, se fomenta la creatividad y se inspira a los jóvenes a superar sus propios límites.



7. Referencias

- o Camargo, C. R. D. (s. f.). *Programming of an Educational Robot to be Applied in STEAM areas*.
- o García, L. M. (2021, octubre 27). *Cinco elementos que debes conocer de la metodología STEAM*. AFOE. <https://www.afoe.org/metodologia-steam/>
- o Hsieh, C. T. (2021). Developing programmable robot for K12 STEAM education. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1113(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1113/1/012008>
- o *Investigación cualitativa*. (s. f.). Qualtrics. Recuperado 5 de noviembre de 2024, de <https://www.qualtrics.com/es/gestion-de-la-experiencia/investigacion/investigacion-cualitativa/>
- o Investigación Documental—Concepto, tipos, técnicas y ejemplos. (s. f.). <https://concepto.de/>. Recuperado 28 de octubre de 2024, de <https://concepto.de/investigacion-documental/>
- o Kalaitzidou, M., & Pachidis, T. P. (2023). Recent Robots in STEAM Education. *Education Sciences*, 13(3), 272. <https://doi.org/10.3390/educsci13030272>
- o *La educación transforma vidas | UNESCO*. (s. f.). Recuperado 25 de octubre de 2024, de <https://www.unesco.org/en/education>
- o *Manual de procedimientos: Qué es y cómo hacer uno (con ejemplos)*. (s. f.). Recuperado 29 de octubre de 2024, de <https://blog.hubspot.es/sales/manual-de-procedimientos-empresa>
- o Moran, M. (s. f.). Educación. *Desarrollo Sostenible*. Recuperado 25 de octubre de 2024, de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/education/>
- o Ortega, C. (2017, septiembre 12). ¿Qué es la investigación cuantitativa? *QuestionPro*. <https://www.questionpro.com/blog/es/que-es-la-investigacion-cuantitativa/>
- o *Qué es un diagrama de flujo*. (s. f.). Lucidchart. Recuperado 29 de octubre de 2024, de <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo>

Análisis de los Aspectos de Superación Personal que Contribuyen al Desarrollo Humano en Estudiantes Universitarios

Reyes, Zúñiga-Fátima María¹, López, Rodríguez- Mara del Rosario², Soto, Alcalá-Margarita³



72. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, fatima.rz@guasave.tecnm.mx.
73. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave, mara.lr@guasave.tecnm.mx.
74. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico Superior de Guasave, margarita.sa@guasave.tecnm.mx.

Resumen: Este estudio que analiza la autoevaluación y autoretroalimentación de los aspectos de superación personal de estudiantes de educación superior enfocándose en su impacto en el desarrollo humano. Se llevó a cabo en el ITSG con 17 alumnos de la carrera de ingeniería en gestión empresarial, a través de un ejercicio de autodiagnóstico y autoretroalimentación que identificó aspectos clave de superación personal del desarrollo humano. Es un estudio con enfoque mixto y descriptivo, que se desarrolló en tres etapas: autodiagnóstico, autoretroalimentación y análisis. Los resultados muestran que los participantes tienen una buena conciencia de sus áreas de mejora, especialmente en gestión emocional y habilidades sociales. Se concluye que fomentar actividades de autoconocimiento en el aula es crucial para el crecimiento integral de los estudiantes universitarios.

Palabras clave: Superación Personal, Desarrollo Humano, Autodiagnóstico, Autoretroalimentación.

Abstract: This study analyzes the self-evaluation and self-feedback of self-improvement aspects of higher education students focusing on their impact on human development. It was carried out at ITSG with 17 students of the business management engineering career, through a self-diagnosis and self-feedback exercise that identified key aspects of self-improvement of human development. It is a study with a mixed and descriptive approach, which was developed in three stages: self-diagnosis, self-feedback and analysis. The results show that participants have a good awareness of their areas for improvement, especially in emotional management and social skills. It is concluded that fostering self-awareness activities in the classroom is crucial for the integral growth of university students.

Keywords: Self-improvement, Human Development, Self-diagnosis, Self-feedback.

1. Introducción

El desarrollo personal es una parte importante del desarrollo general de los estudiantes universitarios porque afecta no sólo su rendimiento académico, sino también su bienestar emocional, social y profesional. En este contexto, Goleman (1995) argumentó que habilidades emocionales como la autoconciencia, la autorregulación y la empatía son esenciales para adaptarse a los desafíos que



enfrentan los estudiantes en la educación superior. Además, Bandura (1997) enfatizó la importancia de la autoeficacia, entendida como la creencia en la propia capacidad para afrontar y superar desafíos, lo que tiene un impacto directo en el desarrollo personal y académico. En este orden de ideas, Ryff (1989) argumentó que la autorrealización es una de las principales dimensiones de la salud psicológica y básica en el desarrollo de la mejor manera las dificultades. Por otro lado, Seligman (1998) desde la psicología positiva realza la importancia de la orientación a la fuerza y al optimismo en el progreso personal porque estos aspectos contribuyen a la felicidad personal y al desarrollo emocional.

En esta temática, en el Instituto Tecnológico Superior de Guasave (ITSG), en el marco de la asignatura de Desarrollo Humano del programa de Ingeniería en Gestión Empresarial, se ha gestado un proceso de autoevaluación en sus estudiantes. Este proceso, como señalan Pérez-González y Hernández (2012), permite a los estudiantes reflexionar sobre sus habilidades, actitudes y áreas de mejora relacionadas con la superación personal, favoreciendo la toma de conciencia de su propio proceso de crecimiento. De esta manera, la autoevaluación proporciona un espacio en el que los estudiantes identifican áreas en las que pueden desarrollarse, promoviendo así un enfoque de aprendizaje autodirigido lo que conlleva a tener mayor responsabilidad sobre su propio proceso de formación.

La finalidad de este estudio es examinar los hallazgos derivados de la autoevaluación efectuada por los alumnos, con el propósito de reconocer los elementos de mejora personal que perciben como más significativos y examinar su vínculo con el crecimiento humano. Este estudio tiene como objetivo comprender cómo los alumnos perciben su propio desarrollo y cómo estos factores afectan su bienestar global. Además, se busca proporcionar sugerencias fundamentadas en los resultados obtenidos para promover un ambiente educativo que promueva la superación personal y el crecimiento integral de los alumnos universitarios.

Este análisis no solo aporta elementos para entender los aspectos que influyen en el desarrollo humano de los alumnos, sino que también aporta información importante para optimizar los procesos educativos y desarrollar tácticas que promuevan el desarrollo emocional y psicológico de los profesionales en formación. Este estudio, plantea la hipótesis sobre si los elementos de superación personal, basados en los aspectos físico, emocional, intelectual, social, creativo, estético, moral, y espiritual, influyen positivamente en el desarrollo humano de los estudiantes universitarios, sino también su capacidad para enfrentarse a retos personales y profesionales.

2. Delimitación contextual

En este contexto, existe un estudio llevado a cabo por Pajares et al. (2022) titulado "La motivación en los estudiantes universitarios: metas vitales y actitudes de aprendizaje". Este estudio explica la relevancia de la motivación en los estudiantes universitarios en relación con sus metas, lo cual influye en su rendimiento académico y en su capacidad de superación personal. El propósito fue analizar las orientaciones motivacionales y de aprendizaje de los estudiantes para proponer al profesorado actuaciones que influyan favorablemente en la motivación del alumnado, fomentando su participación



y contribuyendo a un aprendizaje activo. Se utilizó un cuestionario adaptado del Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) para evaluar las orientaciones motivacionales y las estrategias de aprendizaje de 523 estudiantes de diversas carreras. Los resultados de esta investigación indican que las metas primordiales de los estudiantes son alcanzar un futuro mejor, obtener ingresos y mantener una vida segura, lo cual refleja que la motivación es un factor esencial en el aprendizaje universitario y que es preciso implementar programas que mejoren la motivación.

Otro estudio en cuanto a la superación personal se desarrolló por Obispo-Salazar et al. (2022), titulado “Programas de bienestar universitario y algunas implicaciones en el rendimiento académico de los estudiantes de una universidad pública”, cuyo objetivo es analizar cómo los programas de bienestar universitario impactan la superación personal y el rendimiento académico de los estudiantes. Se utilizó un enfoque cualitativo con un diseño fenomenológico, lo que involucró a 47 estudiantes, mediante grupos focales para la recolección de datos. Los resultados obtenidos sugieren que los programas de bienestar universitario tienen un efecto beneficioso en la superación personal de los estudiantes, mejorando su bienestar emocional y social, lo cual también influye en su rendimiento académico.

A partir de lo anteriormente expuesto, un estudio elaborado por Rojas Rodríguez (2022) que trata de la formación continua y la superación profesional del licenciado en enfermería. El objetivo fue diseñar e implementar estrategias que fomenten la superación personal de los estudiantes universitarios que, a menudo, no se sistematiza adecuadamente. La metodología se fundamentaba en el uso de métodos teóricos y empíricos, que incluyeron diagnósticos de necesidades de aprendizaje y análisis de programas existentes, con el objetivo de fomentar un enfoque sistémico y continuo en la superación personal. Los resultados permitieron identificar las características clave de la superación personal.

En el ámbito de la educación universitaria, se trata el asunto de los elementos de superación personal en el curso de desarrollo humano que busca fomentar espacios de conciencia personal, reconociendo los elementos que influyen en su conducta y los que se deben potenciar para su autorrealización personal y profesional, además de potenciar sus potencialidades como ser humano, estos y más aspectos se abordan a lo largo de cada unidad, pero específicamente en la unidad dos llamada: “autoconocimiento y amor propio” que tiene como propósito evaluar su proceso de autoconocimiento y autoestima reconociendo los que favorecen la superación personal, para potencializar su amor propio (TecNM, 2024) y con base en ellos se realizó este trabajo.

En términos generales, los diferentes autores detallan los elementos de superación personal desde distintas perspectivas, tal como se muestra en la tabla 1 que indica una tabla de los aspectos de superación personal según varios autores más destacados del tema.

Tabla 1 Aspectos de superación personal por diferentes autores

Aspecto de la Superación Personal	Descripción	Autores y Referencias
Autoconocimiento	Comprender fortalezas y debilidades personales.	Goleman, D. (1995). Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ. Bantam Books.
ISSN 2007-5669 Edición 36 Diciembre 2024	“Cambios Tecno-Productivos y Tendencias Para El Desarrollo Regional”	



Aspecto de la Superación Personal	Descripción	Autores y Referencias
Resiliencia	Capacidad de recuperarse de adversidades y aprender de ellas.	Masten, A. S. (2001). "Ordinary magic: resilience processes in development." <i>American Psychologist</i> , 56(3), 227-238.
Motivación	Impulso interno que lleva a alcanzar metas.	Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). "Intrinsic motivation and self-determination in human behavior." Springer Science & Business Media.
Autoeficacia	Creencia en la capacidad para lograr objetivos.	Bandura, A. (1997). <i>Self-efficacy: The exercise of control</i> . Freeman.
Mentalidad de Crecimiento	Creencia de que las habilidades pueden desarrollarse con esfuerzo.	Dweck, C. S. (2006). <i>Mindset: The New Psychology of Success</i> . Random House.
Gestión del Tiempo	Habilidad para organizar y priorizar tareas.	Covey, S. R. (2004). <i>The 7 Habits of Highly Effective People</i> . Free Press.
Inteligencia Emocional	Capacidad de reconocer y manejar emociones propias y ajenas.	Goleman, D. (1995). <i>Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ</i> . Bantam Books.
Comunicación Efectiva	Habilidad para expresar ideas y sentimientos de manera clara.	Adler, R. B., & Elmhorst, J. M. (2016). <i>Communicating at Work: Strategies for Success in Business and the Professions</i> . McGraw-Hill.
Establecimiento de Metas	Proceso de definir objetivos claros y alcanzables.	Locke, E. A., & Latham, G. P. (2002). "Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey." <i>American Psychologist</i> , 57(9), 705-717.

Fuente: Elaboración propia.

A partir de lo expuesto anteriormente, se puede inferir que la superación personal y el desarrollo humano están estrechamente vinculados en el entorno universitario. El crecimiento personal, con el apoyo del autoconocimiento, la capacidad de resistencia y la motivación, estimula el crecimiento humano completo, que engloba capacidades emocionales, sociales y académicas. Estos elementos son esenciales para que los alumnos se transformen en personas capaces y dedicadas a su ambiente.

3. Metodología

El presente análisis es abordado bajo un enfoque mixto, que incluye análisis de información cualitativa y cuantitativa; y con orientación descriptiva. La unidad de trabajo correspondió a 17 estudiantes de la carrera de ingeniería en gestión empresarial del primer semestre del ITSG; siendo ésta, una muestra por conveniencia, ya que estos fueron los estudiantes que accedieron a participar en este proyecto. El estudio se realizó en tres fases las cuales consistieron en un autodiagnóstico, una auto-retroalimentación y el análisis de los resultados por parte de los investigadores que realizan este estudio. La autoevaluación considera ocho aspectos de superación personal que supone el plan de estudios de la materia de desarrollo humano (GEC-2305) del TecNM (2014) dentro de la retícula de la carrera de ingeniería en gestión empresarial; estos aspectos de superación personal son en el ámbito físico, emocional, intelectual, social, creativo, estético, moral, y espiritual. De esta manera, se requirió que los



estudiantes efectúen una autoevaluación de estos elementos utilizando una gráfica tipo radial desarrollada como se muestra en la figura 2 Autodiagnósticos realizados por los estudiantes. Con esta gráfica la autoevaluación consistió en la revisión de los aspectos de superación personal valorados con porcentajes que van desde el 0% al 100%.

La valoración de estos aspectos de superación personal permitió realizar una adaptación educativa con el propósito de facilitar la comprensión y el trabajo en este ámbito por parte del estudiante. Posteriormente, cada estudiante propone y ejecuta un plan de acción enfocado en mejorar o corregir los aspectos que en los que resultaron bajos en calificación, y de esta manera superar estos aspectos de desarrollo humano con éxito. Estos elementos de superación personal son resultado de una síntesis de diversas teorías y modelos de desarrollo personal propuesto por autores.

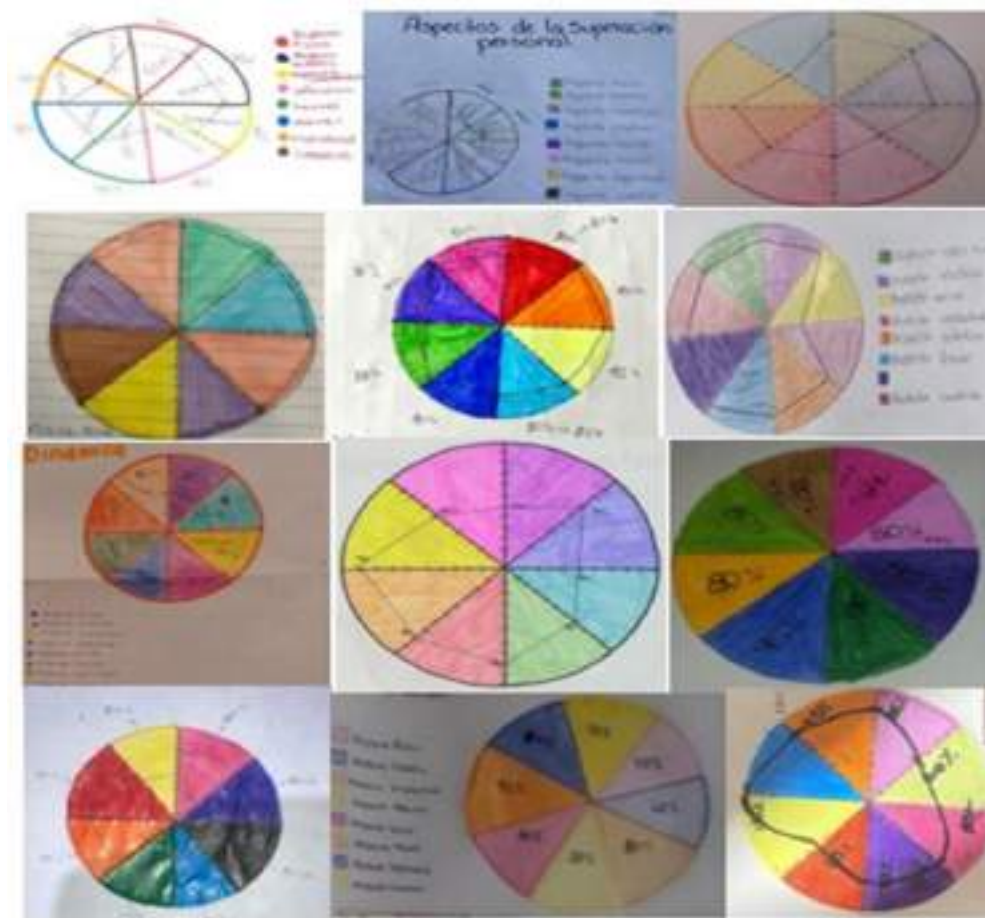


Figura 1 Autodiagnósticos realizados por los estudiantes

Fuente: Archivos de la docente que imparte la materia Desarrollo Humano (GEC-2305).

En la segunda etapa se aplicó un cuestionario digital, por medio de google forms que fue diseñado para recabar información sobre la percepción del autodiagnóstico realizado y que sirvió de herramienta para la autoretroalimentación. El cuestionario consiste en una pregunta dicotómica, ocho preguntas con escala de Likert en cinco niveles y preguntas de opción múltiple. Este cuestionario permitió recabar información primaria en forma técnica con el propósito de conformar un informe estadístico que permita

identificar los datos de análisis para llegar al resultado final en donde se visualizó cómo lo aplicaron, qué se hizo y qué resultado final se observó. En la tabla 2 se muestra la estructura del cuestionario de autoretroalimentación. Este cuestionario considera si el estudiante conoce o no los aspectos de superación personal; también se le pide que valoren el nivel de dificultad para calificar los aspectos de superación personal. Asimismo, se les pidió que se identifiquen los aspectos con puntaje bajo y los de puntaje alto. De la misma manera, se les preguntó qué actividad o actividades proponen desarrollar para elevar el aspecto en el que salieron bajo, aunado a esto, se les solicitó que, expusieran una explicación sobre los resultados obtenidos al desarrollar la actividad o actividades propuestas para elevar el aspecto en que salieron bajos en la autoevaluación.

Tabla 2 Estructura de cuestionario de autoretroalimentación

Pregunta	Respuesta	
	si	no
1. ¿Conocías alguno de los aspectos de superación personal?		
2. En tu autoevaluación, ¿qué tan difícil ha sido calificar cada aspecto de superación personal en el que obtuviste el puntaje más bajo?		
3. En tu autoevaluación, ¿en qué aspecto de superación personal obtuviste el puntaje más bajo?		
4. En tu autoevaluación, ¿en qué aspecto de superación personal obtuviste el puntaje más alto?		
5. ¿Qué actividad o actividades propones desarrollar para elevar el aspecto que saliste bajo?		
6. Explica qué resultados obtuviste al desarrollar la actividad o actividades propuestas para elevar el aspecto que saliste bajo.		

Fuente: Elaboración propia.

Con base en la información obtenida con la aplicación de este cuestionario, se hace posible analizar la manera de abordar cada aspecto de superación personal y conocer como estos influyen positivamente en el desarrollo humano de los estudiantes universitarios que participaron en este estudio; así como también, analizar la capacidad que tienen estos estudiantes para enfrentarse a retos personales y profesionales.

4. Desarrollo

En la primera fase de autodiagnóstico realizada por 17 estudiantes de Ingeniería en Gestión Empresarial del primer semestre, buscaba identificar los aspectos de superación personal que presentan mayores desafíos y aquellos en los que se sienten más cómodos. A través del análisis de los datos obtenidos, se pueden extraer conclusiones valiosas sobre las fortalezas y debilidades de los estudiantes en su desarrollo personal, así como proponer estrategias para mejorar en aquellos aspectos donde se identificaron dificultades. De forma puntual, los resultados obtenidos más relevantes fueron:

Aspecto Emocional: Un número considerable de estudiantes reportó dificultades en la gestión de sus emociones, lo que sugiere que este es un área que requiere mayor atención.



Aspecto Social: Las relaciones interpersonales y las habilidades sociales también representaron un desafío para muchos estudiantes.

Aspecto Creativo: La expresión creativa y la innovación parecen ser áreas en las que los estudiantes se sienten menos cómodos.

En la segunda fase del estudio, la autoretroalimentación, derivada de la recolección de información por el cuestionario online se obtuvieron los siguientes resultados:

En la pregunta: ¿Conocías alguno de los aspectos de superación personal?, en la figura 2 se muestra como la mayoría de los estudiantes si conocía los aspectos de la superación personal; sin embargo, aun conociéndolos no se ponían en práctica a nivel individual ya que no eran conscientes de que se trataba de aspectos claves para la superación personal, y una vez analizándolos ya se pudo apreciar la validez de estos en la propia vida y su importancia en el desarrollo personal.

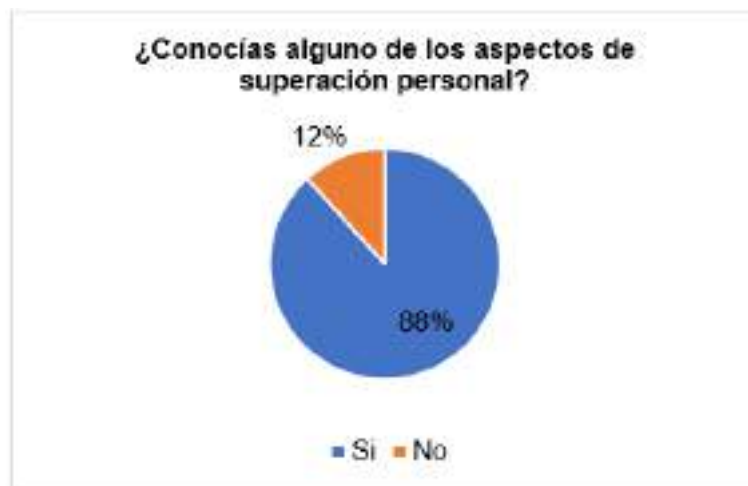


Figura 2 Respuestas a la pregunta 1. ¿conocías alguno de los aspectos de superación personal?

Fuente: Elaboración propia.

En la sección de la autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal abordados en este estudio, por parte de los estudiantes y a través del cuestionario aplicado online, se obtuvo que al analizar cada uno de los aspectos se identificó lo siguiente:

Aspecto Emocional: Como se puede observar en la figura 3, el 35% de participantes reportaron "poca dificultad" en este aspecto, sugiriendo que la gestión de las emociones es un área que la pueden manejar de forma regular para muchos. En este sentido, es posible que la falta de habilidades de regulación emocional o experiencias traumáticas pasadas influyan en estos resultados.



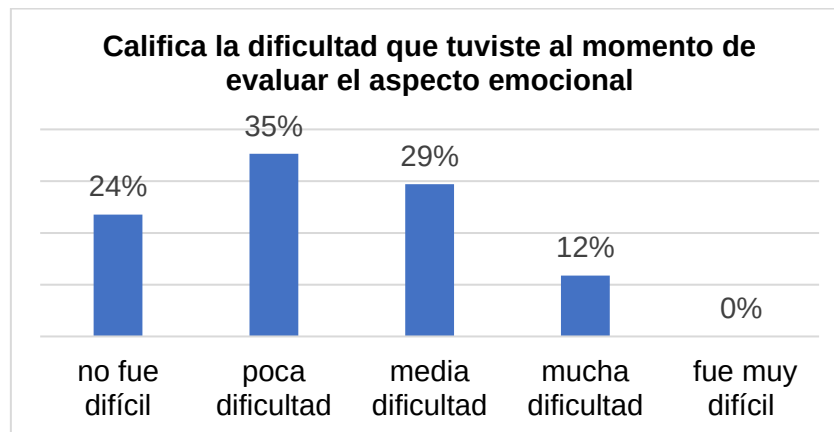


Figura 3 Autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal
Fuente: Elaboración propia.

Aspecto Intelectual: En general, los participantes parecieron encontrar que no fue difícil en este aspecto, aunque algunos reportaron "media dificultad" y se muestran en un 35% ambos aspectos y esto podría indicar que las personas valoran el desarrollo intelectual y están dispuestas a invertir tiempo en aprender nuevas cosas. (ver figura 4)

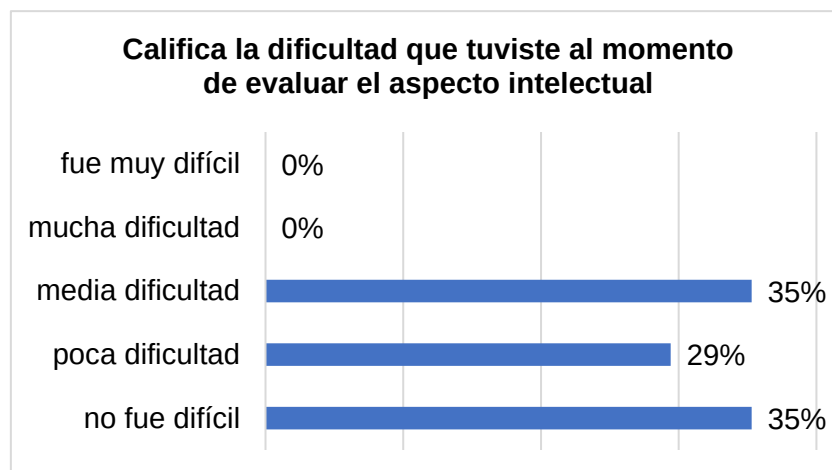
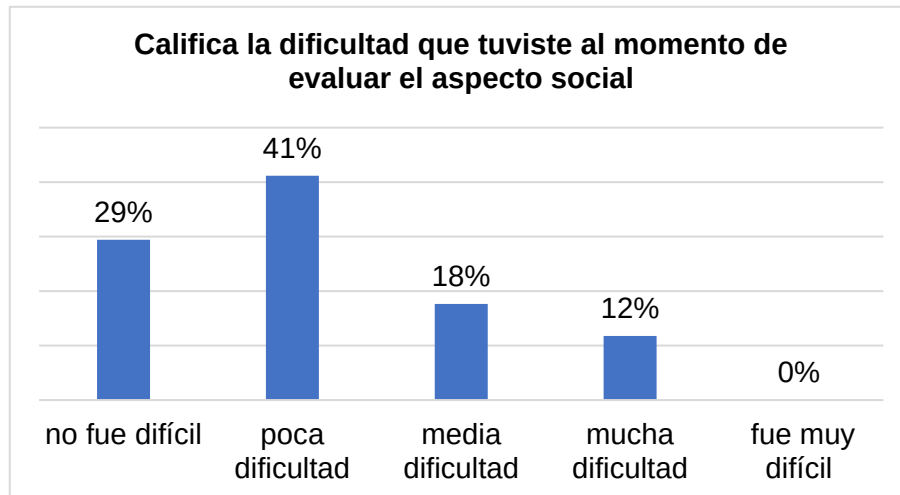


Figura 4 Autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal
Fuente: Elaboración propia.



Aspecto Social: En la figura 5 se muestran los resultados en este aspecto son contundentes, con la mayoría reportando "poca dificultad" en un 41%. Esto sugiere que las habilidades sociales varían ampliamente entre los participantes, y que las relaciones interpersonales pueden ser un área de crecimiento para algunos.

Figura 5 Auto retroalimentación de los 8 aspectos de superación personal



Fuente: Elaboración propia

Aspecto Creativo: Similar al aspecto social, los resultados en el aspecto creativo son muy contundentes ya que el 47% presento "poca dificultad" al momento de autoevaluarse. Esto indica que la creatividad es un aspecto que se desarrolla de manera individual y que la mayoría se sienten cómodos expresándose de forma creativa (Ver figura 6

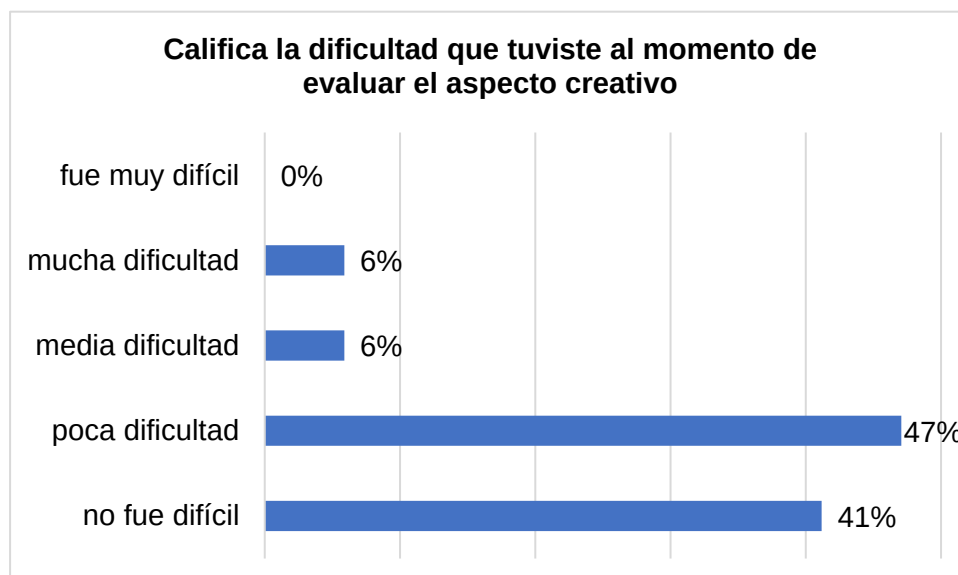


Figura 6 Autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal

Fuente: Elaboración propia.



Aspecto Espiritual: En la figura 7, se puede observar que, la mayoría de las personas encontró que evaluar el aspecto espiritual fue poco difícil. Esto sugiere que, para muchas personas, este aspecto es relativamente fácil de identificar y evaluar.

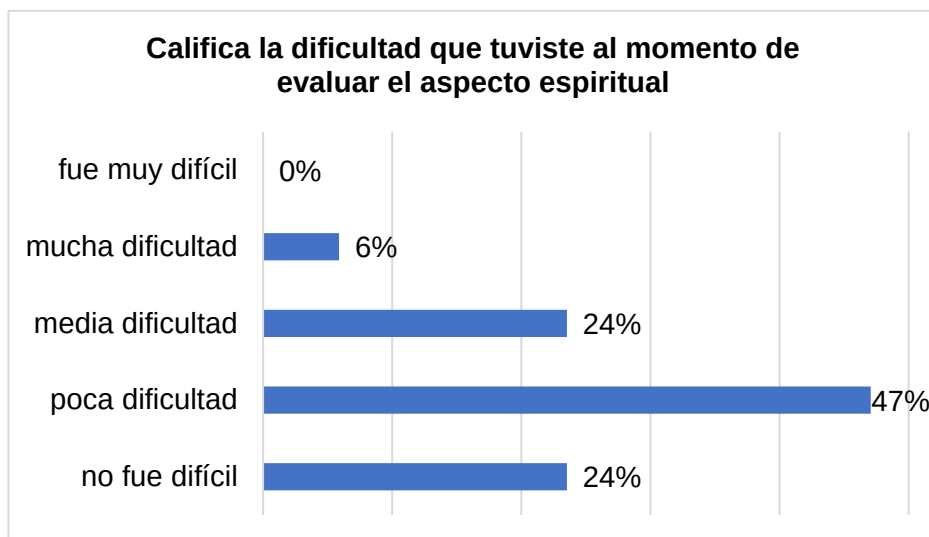


Figura 7 Autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal
Fuente: Elaboración propia.

Aspecto Físico: Como se puede ver en la figura 8, la mayoría de las personas encontró que evaluar su aspecto físico fue poco difícil. Esto sugiere que, para muchas personas, este aspecto es relativamente sencillo de identificar y evaluar y un porcentaje considerable (29%) consideró que la evaluación fue de dificultad media. Esto indica que, para algunas personas, el concepto de aspecto físico puede ser más complejo y requerir una mayor reflexión. El bienestar físico está estrechamente relacionado con el bienestar emocional y cognitivo.

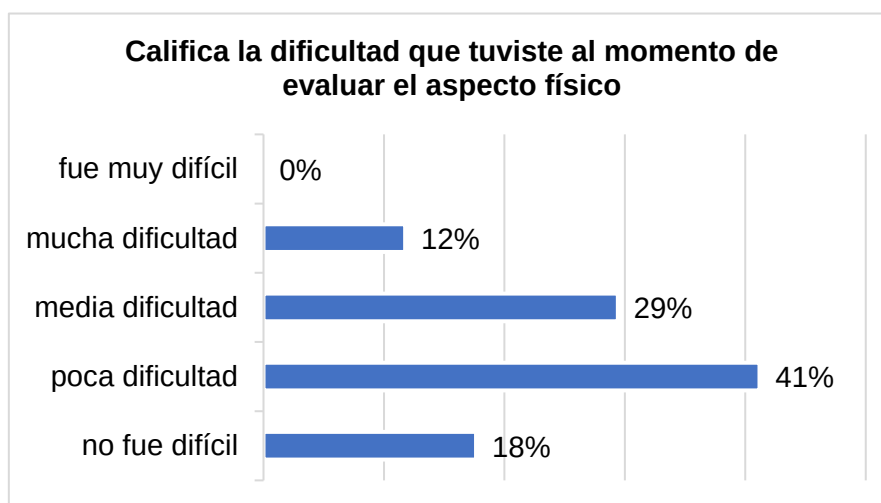


Figura 8 Autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal
Fuente: Elaboración propia



Aspecto Estético: Mayoría sin dificultad, un alto porcentaje (41%) de las personas encuestadas indicó que no les resultó difícil evaluar su aspecto estético (ver figura 9). Esto sugiere que, para muchas personas, juzgar su apariencia es un proceso relativamente sencillo. **Dificultad moderada:** Un 29% de los participantes consideró que evaluar su aspecto estético fue de dificultad media. Esto indica que, para una parte de la población, este proceso puede involucrar cierta reflexión o comparación.

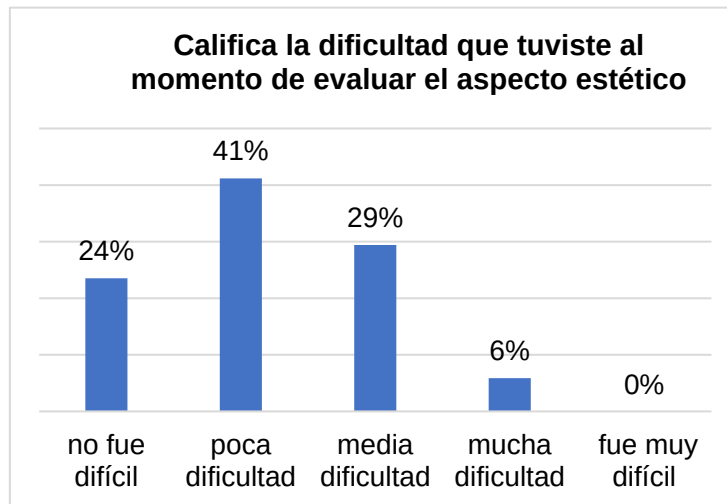


Figura 9 Autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal
Fuente: Elaboración propia

Aspecto Moral: Este aspecto presentó dificultad variada de forma general, pero ningún estudiante fue muy difícil evaluarse, lo que conlleva a determinar que existe algún grado de comprensión sobre aspectos de ética y moral. El 24% mostró mucha, media y nada de dificultad, mientras que el 29% expresó que tuvieron poca dificultad.

De manera general, gracias a este ejercicio de retroalimentación realizado por los estudiantes de primer semestre de ingeniería en gestión empresarial como parte de las actividades de la materia de desarrollo humano, permitió identificar el nivel de dificultad que se manifestó durante esta actividad. Como se puede observar en la figura 10, donde se muestra el panorama general de los niveles de dificultad al momento de retroalimentar los aspectos de superación personal considerados en el programa de estudio. En esta figura se puede constatar que, ninguno de los aspectos fue muy difícil evaluar.



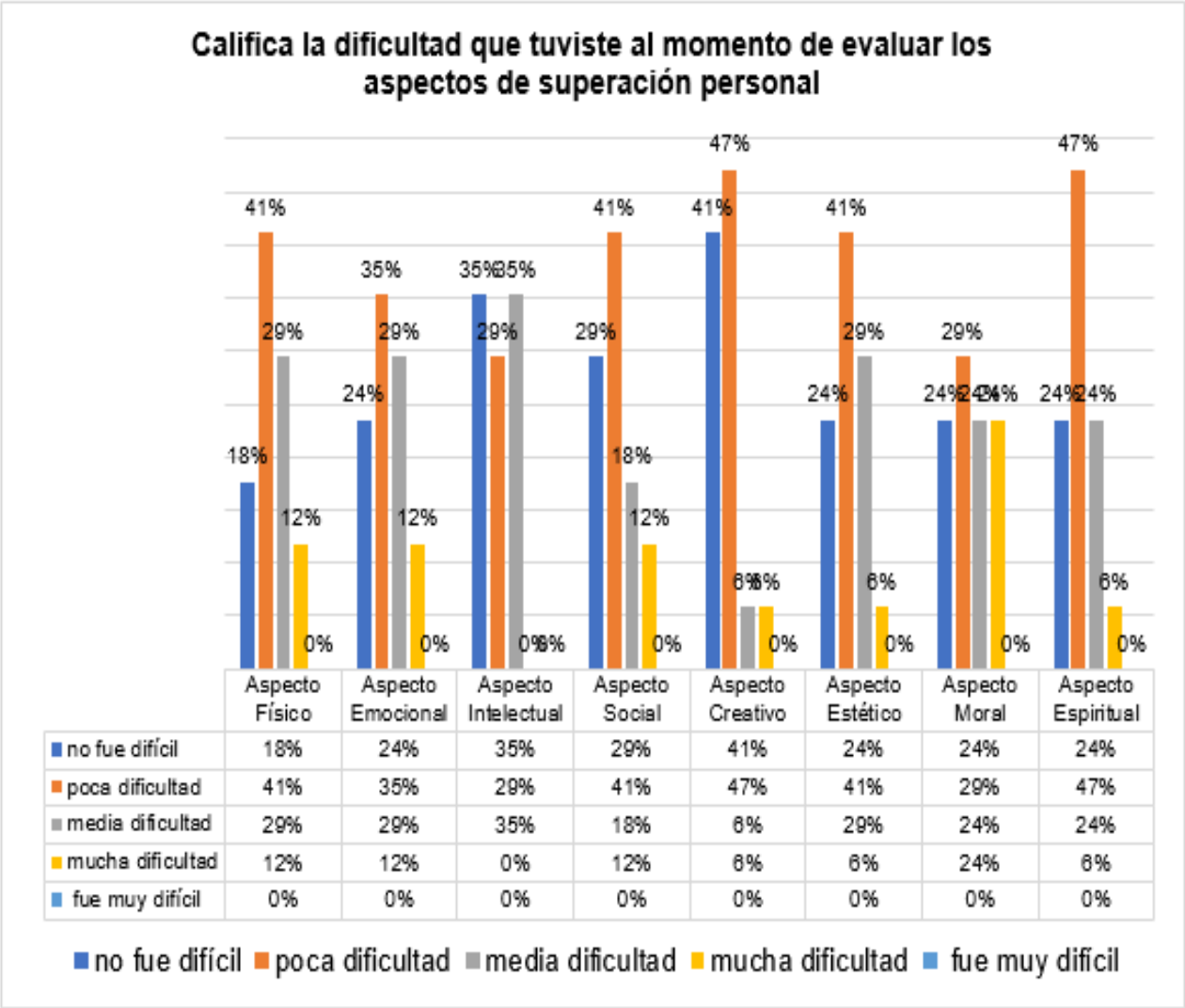


Figura 10 Autoretroalimentación de los 8 aspectos de superación personal

Fuente: Elaboración propia.

En los aspectos hubo “poca dificultad” en evaluar; el aspecto intelectual y el aspecto creativo fueron evaluados que “no fue difícil”. Se pudo observar que el aspecto moral, presenta resultados que describen distribuciones similares en los niveles de dificultad de calificar la evaluación. Con el fin de identificar el nivel de dificultad para cada aspecto de superación personal autoevaluado con baja puntuación y el evaluado con la más alta puntuación, tal como se puede ver en la figura 11.



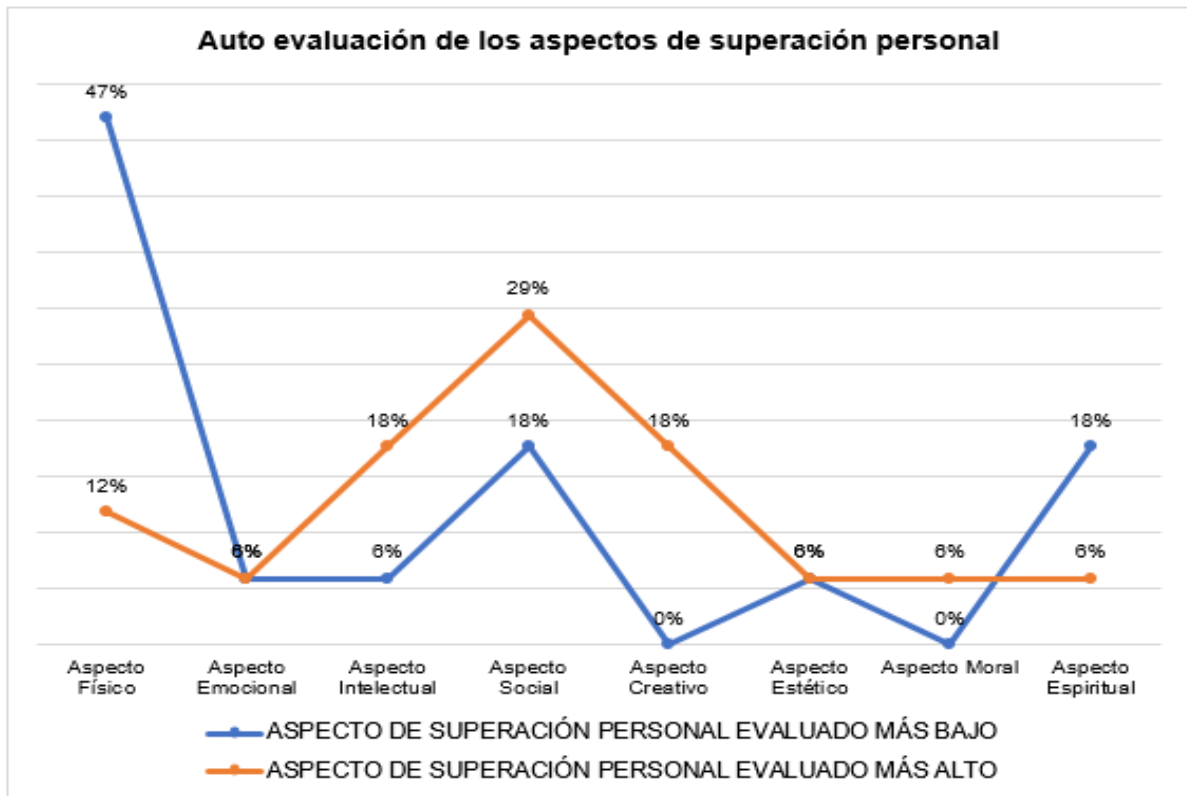


Figura 11 Aspectos de superación personal evaluados más bajos y los evaluados más altos

Fuente: Elaboración propia.

En la pregunta sobre las actividades propuestas a desarrollar para elevar el aspecto de superación personal en el que en la autoevaluación obtuvo baja calificación, las respuestas obtenidas mostradas en la tabla 3. Posteriormente, los estudiantes explican los resultados obtenidos al desarrollar esas acciones para elevar el aspecto de superación personal en el que en la autoevaluación obtuvo baja.

Tabla 3 Actividades propuestas a desarrollar para elevar el aspecto de superación personal de autoevaluación más baja

Respuestas: ¿Qué actividad o actividades propones desarrollar para elevar el aspecto que saliste bajo?
• En el aspecto que salí bajo fue en el físico y propongo mejorar mi alimentación para tener un mejor físico y condición física, pero de igual manera empezar a aceptar mi cuerpo tal y como es, mirarme al espejo y decir lo que me gusta. • Practicar actividades que me favorezcan en aumentar ese nivel, ya sea ir al gym, alimentación, entre otras. • Ser más atenta respecto a mi imagen. • Convivir más con las personas. • En el aspecto espiritual, fortalecer más mi fe y acercarme más a Dios. • Salir más. • intentar socializar con nuevas personas y no descuidar las relaciones que tengo con mis amigos de siempre. • Hacer ejercicio, o practicar un deporte. • leer libros. • No soy religioso ja ja ja • Hacer más ejercicios físico. • Enfocarme más en mi cuidado personal tanto mental como físico. • Platicar con nuevas personas. • Leer. • Tratar de convivir más con las personas, ser más abierto. • Hacer más actividades físicas • Propongo realizar más o algo de actividad física, comer más sano, tratar de dormir de 7 a 8 horas diarias, beber más agua a diario

Fuente: Elaboración propia.

Con esta actividad se logró que el estudiante valore su estatus en los aspectos de superación personal vistos en el curso de desarrollo humano, al mismo tiempo que se reconozca que la autoevaluación y la retroalimentación son prácticas fundamentales para los estudiantes universitarios en su proceso de superación personal y desarrollo humano. Por lo que, con estas estrategias como lo describe Schunk, D. H., y Zimmerman, B. J. (2008), se fomenta el autoconocimiento, la mejora de la autoeficacia, promueve el aprendizaje autónomo y desarrolla habilidades socioemocionales en un entorno en constante cambio. Con esta actividad, se logró que el estudiante valorara su estatus en relación con los aspectos de superación personal abordados en el curso de desarrollo humano. Al mismo tiempo, se destacó la importancia de la autoevaluación y la retroalimentación como prácticas esenciales para los universitarios en su proceso de desarrollo personal. Como menciona Zimmerman, B. J. (2002) estas



estrategias fomentan el autoconocimiento, mejoran la autoeficacia, promueven el aprendizaje autónomo y desarrollan habilidades socioemocionales en un entorno en constante cambio.

3. Conclusiones

Este análisis ha evidenciado que, a pesar de que los alumnos de nivel universitario entienden la importancia de la superación personal, se topan con retos particulares en aspectos como la gestión emocional y las destrezas sociales. Estos hallazgos apoyan las teorías destacando la relevancia de las relaciones interpersonales y la formación de la identidad en este periodo vital.

El estudio sobre el desarrollo personal ha demostrado la complejidad y variedad de las vivencias personales en este campo. Pese a que los participantes demostraron un alto grado de sensibilidad acerca de los diversos elementos del crecimiento personal, se detectaron áreas que requieren más enfoque, como la administración de emociones y las competencias sociales.

Bajo esta perspectiva, la autoevaluación y la autoretroalimentación son procedimientos esenciales para el avance personal de los alumnos universitarios. Mediante el autoconocimiento, el desarrollo de la autoeficacia, el fortalecimiento de capacidades de aprendizaje autónomo, el incremento de la motivación y el fortalecimiento de habilidades socioemocionales, estos procesos ayudan a desarrollar personas más capaces y resistentes.

Las respuestas obtenidas representan un extenso espectro de experiencias positivas vinculadas a las acciones llevadas a cabo. Los participantes subrayan avances en diversos aspectos de su vida, tales como:

- **Enfoque en la salud emocional:** Existen participantes que indican sentirse más confiados en sí mismos o notar un incremento en su bienestar global.
- **Mejoramiento en las interacciones sociales:** Hay estudiantes que destacan el avance en sus competencias sociales y la habilidad para interactuar con otros.
- **Progresos tangibles:** Algunos participantes señalan éxitos concretos, tales como asistir a eventos o conocer nuevos amigos.
- **Valoración favorable:** Por lo general, las conclusiones son favorables, lo que indica que las acciones llevadas a cabo tuvieron un efecto positivo en los participantes.

Lo anterior, subraya la relevancia de incorporar programas de desarrollo personal en los currículos de las profesiones universitarias. Estos programas deben estar concebidos para atender las necesidades personales de los alumnos y promover un desarrollo holístico que contemple el progreso académico, el desarrollo personal y social.



Para responder a estas demandas, se sugiere la puesta en marcha de programas de crecimiento personal que contengan elementos teóricos y prácticos, y que fomenten la reflexión personal, la sensibilización emocional y el fortalecimiento de competencias sociales. Igualmente, es esencial que las entidades educativas generen un entorno que promueva el desarrollo personal y el bienestar de los estudiantes.

4. Referencias



- o Adler, R. B., y Elmhurst, J. M. (2016). *Communicating at Work: Strategies for Success in Business and the Professions*. McGraw-Hill.
- o Barrios-Tao, Hernando. (2020). Desarrollo de experiencias emocionales en educación: una contribución para la formación humanística. *Civilizar Ciencias Sociales y Humanas*, 20(38), 119-135. Epub March 20, 2021. <https://doi.org/10.22518/jour.ccsch/2020.1a08>
- o Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. Freeman.
- o Castro Espino, Y., y García Navarro, X. (2022). Neuroeducación: Experiencia de superación profesional en la Universidad de Cienfuegos. *Revista Conrado*, 18(86), 138-144.
- o Covey, S. R. (2004). *The 7 Habits of Highly Effective People: Powerful lessons in personal change*. Free Press.
- o Deci, E. L., y Ryan, R. M. (1985). "Intrinsic motivation and self-determination in human behavior." Springer Science & Business Media.
- o Dweck, C. S. (2006). *Mindset: The New Psychology of Success*. Random House.
- o Dioses Lescano, Nelly; Morales Huamán, Humberto; Díaz de Angulo, Doris; Vasquez Muñoz, Antenor (2021). Nivel de satisfacción en la formación de calidad a nivel universitario. *Telos: revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 23 (2), Venezuela. (Pp.247-266). DOI: www.doi.org/10.36390/telos232.04
- o Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence: Why It Can Matter More Than IQ*. Bantam Books.
- o Hernández Ferrer, Erick, y Valencia Aguilar, Óscar. (2021). Cómo están pasando la pandemia los estudiantes de la Universidad Pedagógica Veracruzana: un estudio de caso. *Diálogos sobre educación. Temas actuales en investigación educativa*, 12(22), 00004. Epub 06 de diciembre de 2021. <https://doi.org/10.32870/dse.v0i22.816>
- o Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
- o Locke, E. A., y Latham, G. P. (2002). "Building a practically useful theory of goal setting and task motivation: A 35-year odyssey." *American Psychologist*, 57(9), 705-717.
- o Masten, A. S. (2001). "Ordinary magic: resilience processes in development." *American Psychologist*, 56(3), 227-238.
- o Morales Carrero, J. A. (2021). Un acercamiento multidisciplinar a las dimensiones del desarrollo humano.
- o Obispo-Salazar, K., Paba-Barbosa, C., Múnera-Luque, K., Suescún-Arregocés, J. y DazaCorredor, A. (2022). Programas de bienestar universitario y algunas implicaciones en el rendimiento académico de los estudiantes de una universidad pública. *Praxis*, 18(2), 111-125. DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.3903>.



- o Organización Mundial de la Salud. (2003). Skills for Health: Skills-based Health Education including Life Skills: An Important Component of a Health-Promoting School. WHO.
- o Pajares, E. M., Ortega, C. P., Valero, L. G., Alcalá, C. M., y Tarrazona, R. B. (2022). Motivación en estudiantes universitarios: metas vitales y actitudes de aprendizaje. HUMAN REVIEW. International Humanities Review/Revista Internacional de Humanidades, 13(4), 1-11.
- o Ryff, C. D. (1989). La felicidad lo es todo, ¿o no? Exploraciones sobre el significado del bienestar psicológico. Revista de Personalidad y Psicología Social, 57(6), 1069–1081. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.57.6.1069>
- o Rojas Rodríguez, Y., (2022). La Formación Continua y la Superación Profesional del Licenciado en Enfermería. Retos y Desafíos. Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas, 5 (3), 193-199
- o Sánchez, L., García, C. e Iguarán, A. (2020). Bienestar psicológico de jóvenes víctimas del conflicto armado. Cultura, Educación y Sociedad, 11(2). 43-56. DOI: <http://dx.doi.org/10.17981/cultedusoc.11.2.2020.03>
- o Schunk, D. H., & Zimmerman, B. J. (Eds.). (2008). Motivation and Self-Regulated Learning: Theory, Research, and Applications. Routledge.
- o Seligman, M. E. P. (1998). Construyendo la Fuerza Humana: La Misión Olvidada de la Psicología. Monitor APA, 29(2)
- o Tecnológico Nacional de México (2024) Asignatura: Desarrollo Humano-GEC2305 Programas educativos de ingenierías, licenciaturas y asignaturas comunes del SNIT (pp. 1-13) Tecnológico Nacional de México. https://www.tecnm.mx/normateca/Direcci%C3%B3n%20de%20Docencia%20e%20Innovaci%C3%B3n%20Educativa/Actualizaci%C3%B3n%20de%20los%20programas%20de%20Estudio/PROGRAMA_DESARROLLO_HUMANO_2024.pdf
- o UNESCO. (2015). Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives. UNESCO Publishing. unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444/PDF/247444eng.pdf.multi
- o Zazueta, A. G. A., y Herrera, G. O. (2024). Motivación escolar y desempeño académico en estudiantes de Enfermería en Culiacán Sinaloa México. RECIE FEC-UAS Revista de educación y cuidado integral en enfermería Facultad Enfermería Culiacán, (1), 59-66.
- o Zimmerman, B. J. (2002). "Becoming a self-regulated learner: An overview." Theory into Practice, 41(2), 64-70



Adquiere destreza en bobinado mediante un Prototipo Didáctico

Israel Cerón-Morales^{1,*}

1. Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica: israel.ceron@itspozarica.edu.mx

Resumen: Este trabajo muestra los resultados un prototipo didáctico aplicado en la enseñanza del bobinado de motores eléctricos, diseñado para facilitar la práctica de los estudiantes de ingeniería. El prototipo pasó por varias fases de diseño, desde un boceto inicial hasta un modelo detallado en software CAD. En su primera versión, fue fabricado en madera, y las versiones actuales se hicieron con material plástico PLA mediante impresión 3D. A lo largo de sus diferentes versiones, el prototipo demostró ser útil para los estudiantes, quienes destacaron su efectividad para adquirir las destrezas necesarias en el embobinado. Los resultados se midieron registrando el tiempo que los estudiantes requerían para completar ejercicios y evaluando su percepción sobre el uso del prototipo. La experiencia acumulada en varios años muestra que esta herramienta practica mejora significativamente la comprensión y aprendizaje del embobinado de motores eléctricos.

Palabras clave: Bobinados, Enseñanza, Electrónica, Motores.

Abstract: This work presents the results of a didactic prototype in the teaching of electric motor winding, designed to gain the practice of engineering students. The prototype went through several design phases, from an initial sketch to a detailed model in CAD software. In its first version, it was made of wood, and the current versions were created using PLA through 3D printing. Throughout its different versions, the prototype proved to be useful for students, who highlighted its effectiveness in acquiring the necessary skills for winding. The results were measured by recording the time students required to complete exercises and assessing their perception of using the prototype. The accumulated experience over several years shows that this practical tool significantly improves the understanding and learning of electric motor winding.

Keywords: Winding, Teaching, Electronic, Motors.

1. Introducción

El 70% de los motores en la industria son eléctricos, (Arora, S. (2021)), lo anterior significa que el ingeniero electrónico que se desempeñe en la industria necesita entender de manera detallada el funcionamiento de estas máquinas eléctricas.

Los estudiantes de ingeniería electrónica abordan el tema de los motores eléctricos en la asignatura de máquinas eléctricas.

En el Instituto Tecnológico Superior de Poza Rica ITSPR, los estudiantes de la carrera de electrónica en el sexto semestre de estudios reciben la formación en máquinas eléctricas.



Los temas que contempla la asignatura con relación a los motores eléctricos son:

- Bobinado.
- Aislamiento con papel Maylar.
- Conexión de los bobinados.
- Amarre de los bobinados.
- Barnizado.
- Cambio de calibre.
- Cambio en el número de polos

El Objetivo es conseguir en los alumnos un aprendizaje más fácil de los temas anteriormente mencionados, así que se propone un prototipo didáctico el cual consiste en una superficie rectangular a la cual se agregan bloques rectangulares más pequeños con los que se forman ranuras.

El prototipo didáctico presenta el estator de un motor eléctrico en un formato plano, es decir no circular, una imagen del prototipo se presenta en la figura1.



Figura 4. Prototipo didáctico hecho de madera.
Fuente: Elaboración propia

2. Antecedentes

Los Alumnos del ITSPR de la carrera de electrónica al llegar a sexto semestre, necesitan adquirir conocimientos en materia de motores eléctricos. Los alumnos con los cuales se trabajó de manera presencial fueron los grupos de sexto semestre de la carrera de ingeniería electrónica del ITSPR en el semestre Enero a Junio de los Años 2019, 2022, 2023 y 2024. Los alumnos de los años 2020 y 2021 no pudieron llevar a cabo esta metodología por tratarse de actividades en línea, a causa del COVID-19.

Un motor eléctrico funciona al aplicar una corriente eléctrica al conjunto de bobinas que lo constituyen, (Broumand, M. (2024)) los bobinados forman campos magnéticos, (Forstner, G. (2021)) que inducen un movimiento giratorio del rotor.

Entender los campos magnéticos que hacen funcionar a un motor eléctrico (Guo, F. (2023)) es fundamental para los estudiantes, (Guo, L. (2023) la mayoría de los Alumnos que participaron en este



estudio, cuentan con pocos conocimientos con relación al embobinado de motores eléctricos. Por lo anterior se diseñó el prototipo mostrado en la Figura 2.

Las bobinas son arrollamientos de alambre que se alojan en las ranuras que se encuentran en el estator del motor, los bobinados están formados de alambre, (Li, Y. (2023)), preferentemente de cobre, el cual está aislado por una capa de barniz dieléctrico. Los Alumnos trabajaron los bobinados con los prototipos mencionados.

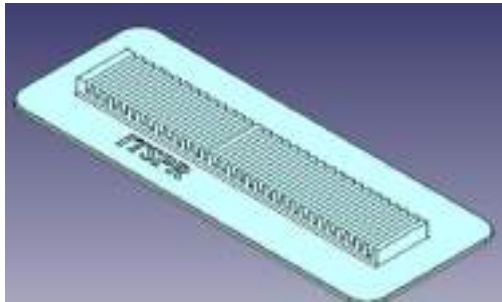


Figura 2. Prototipo didáctico
Fuente: Elaboración propia, con FreeCAD

Los estudiantes construyen su prototipo didáctico, algunos lo hicieron en madera y otros en PLA utilizando una impresora 3D, en un inicio los alumnos utilizaron estambre para hacer sus embobinados y una vez adquirida cierta destreza, utilizan alambre Magneto.

3. Metodología

De acuerdo con (Baños, J.E. (2021)) las herramientas pedagógicas ayudan a los estudiantes a adquirir conocimientos de manera más precisa, por lo que el prototipo a construir consta de una superficie rectangular en la que se colocan piezas de madera de aproximadamente cinco centímetros de longitud, aunque algunos alumnos utilizaron piezas de aproximadamente diez centímetros, con estos se forman las ranuras del estator como lo muestra la figura 1.

Con el transcurso de cada generación de alumnos se hacen mejoras al prototipo ya que se les presenta el trabajo de los alumnos de años anteriores, tal es así que la generación 2024 realizó diseños en software CAD, es decir diseño asistido por computadora, para imprimir su diseño en una impresora 3D utilizando PLA.

La construcción del prototipo es un aspecto a ser evaluado además de los siguientes aspectos:

- Bobinado en el prototipo.
- Bobinado en el motor.
- Aislamiento con papel Maylar.
- Conexión de los bobinados.



- Amarre de los bobinados.
- Barnizado de los bobinados.
- Cambio en el calibre del motor.
- Cambio en el número de polos.

Los estudiantes utilizaron diferentes tipos de materiales para construir su prototipo, los prototipos más funcionales fueron realizados con madera y con PLA, os alumnos que trabajaron con madera, tuvieron que trabajar con una segueta con la finalidad de cortar palitos de madera y con pegamento los juntaron para formar las ranuras, no obstante, los alumnos que utilizaron la impresión 3D para construir su prototipo investigaron como hacer el dibujo en software CAD, en términos generales los prototipos contruidos mediante impresión 3D resultaron visualmente más atractivos, y los prototipos en madera resultaron más resistentes a las fuerzas aplicadas durante el trabajo de bobinado.

4. Resultados

A los alumnos se les solicito responder una serie de preguntas donde la escala de valoración fue:

Muy Fácil MF
Fácil F
Regular R
Difícil D
Muy Difícil MD

En las tablas 1 a 15 se muestran los principales resultados de cuatro años de trabajo presencial con los alumnos estudiantes de ingeniería electrónica del ITSPR, desde el 2019 hasta el 2024.

Se muestran los porcentajes de evaluación a criterio de los estudiantes el año corresponde al grupo que se evaluó en dicho semestre, la escala de calificación es como se indicó anteriormente, en la columna del 2019 son los alumnos de control ya que su participación fue teórica, los alumnos de las demás columnas realizaron las actividades prácticas y con base a su experiencia, calificaron.

Tabla 1. Construcción del prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	0%	5%	8%	13%
F	3%	6%	10%	15%
R	15%	54%	56%	60%
D	65%	23%	21%	12%
MD	17%	12%	5%	0%

Fuente: Elaboración propia



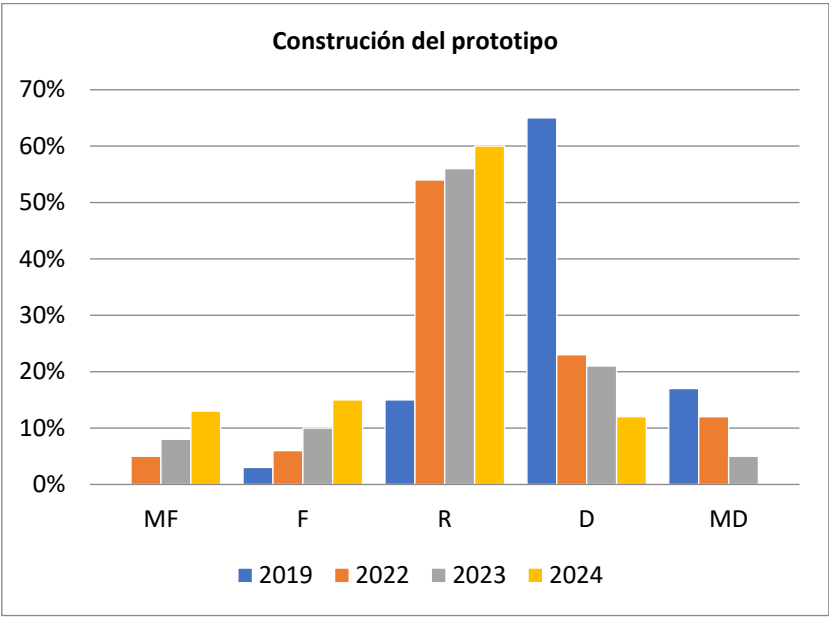


Figura 3. Representación de los datos mostrados en la tabla 1, en forma de grafica de barras.

Fuente: Elaboración propia

En la práctica, con el prototipo didáctico, los estudiantes incrementando su destreza realizando varios bobinados, con estambre antes de trabajar con alambre, lo anterior es relevante debido a que el bobinado de motores sigue siendo un tópico de investigación, (Mayr, (2023).



Figura 4. Bobinado con dos colores, azul es la bobina de trabajo y amarillo la de arranque.

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Aislamiento con maylar en prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	15%	13%	16%	17%
F	19%	42%	41%	44%
R	64%	27%	31%	29%
D	2%	28%	12%	10%
MD	0%	10%	0%	0%

Tabla 3. Aislamiento con maylar en motor.

	2019	2022	2023	2024
MF	5%	0%	0%	0%
F	25%	12%	15%	16%
R	62%	44%	43%	46%
D	8%	23%	24%	23%
MD	0%	21%	18%	15%



Fuente: Elaboración propia

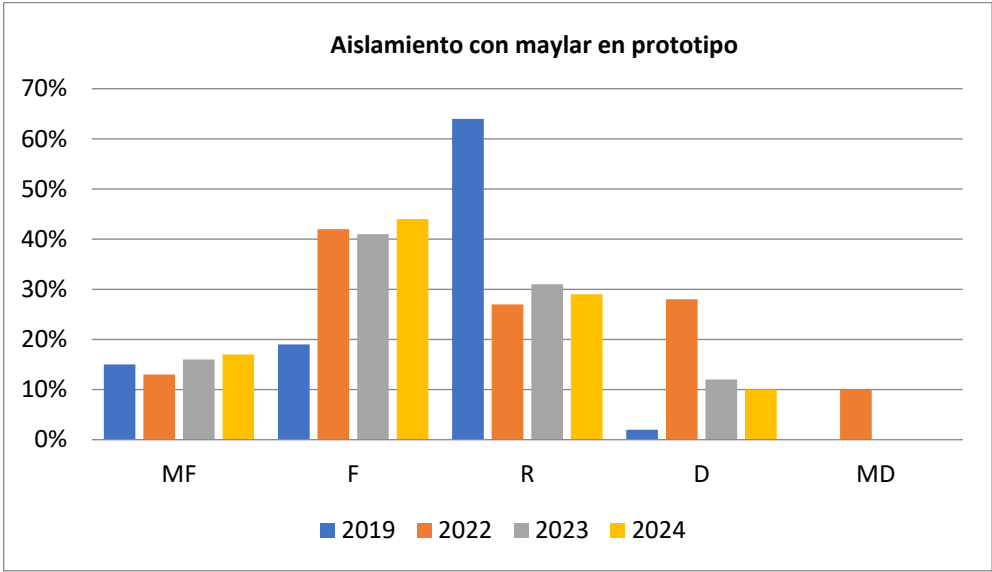


Figura 5. Representación de los resultados al realizar el aislamiento en el prototipo.

Fuente: Elaboración propia

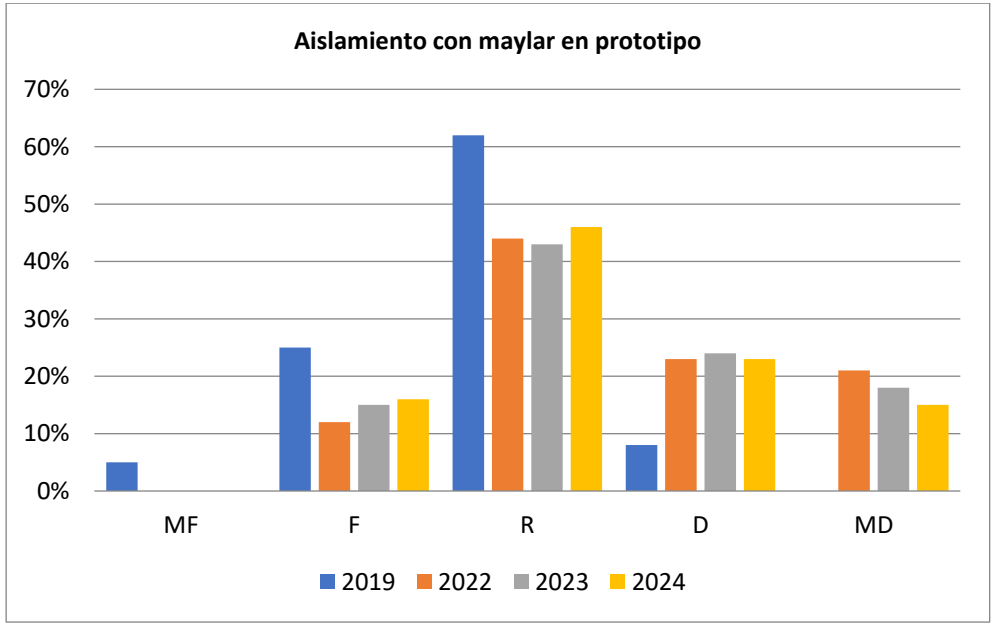


Figura 6. Representación de los resultados al realizar el aislamiento en el motor.

Fuente: Elaboración propia





Figura 7. Bobinado de trabajo en el motor de práctica.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Bobinado en prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	0%	12%	15%	17%
F	0%	53%	54%	52%
R	31%	31%	29%	31%
D	57%	4%	2%	0%
MD	12%	0%	0%	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Bobinado en motor.

	2019	2022	2023	2024
MF	0%	0%	2%	3%
F	38%	8%	12%	15%
R	61%	38%	43%	47%
D	2%	52%	32%	34%
MD	0%	2%	11%	1%

Fuente: Elaboración propia

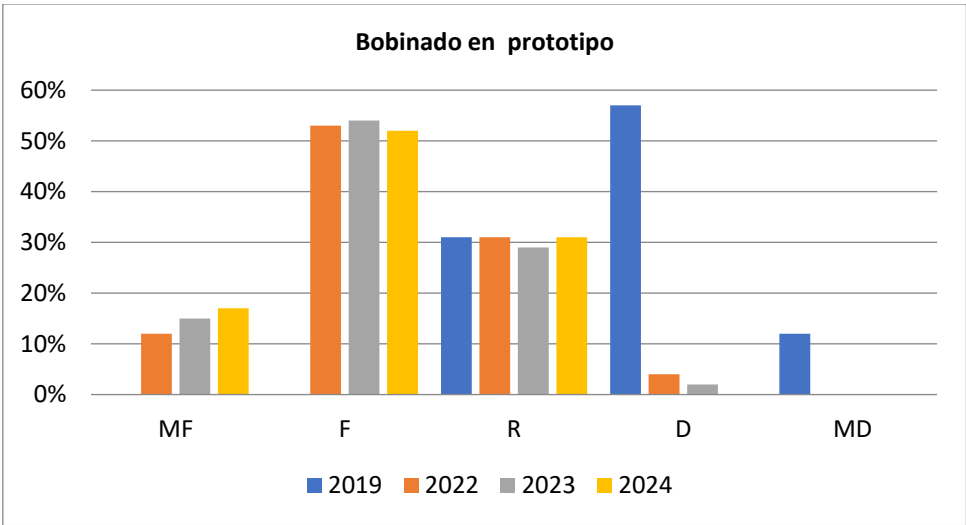


Figura 8. Representación de los resultados al realizar el bobinado en el prototipo.

Fuente: Elaboración propia

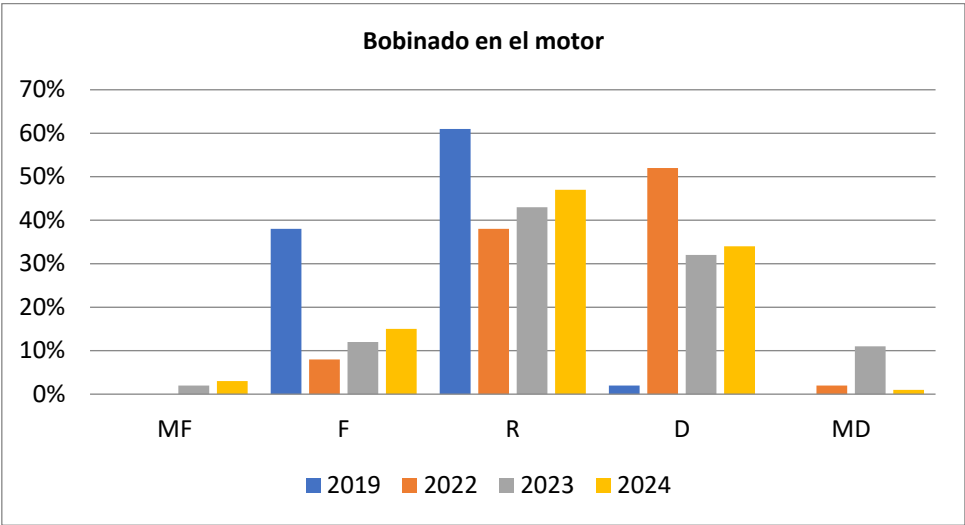


Figura 9. Representación de los resultados al realizar el bobinado en el motor.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Conexión en prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	21%	4%	6%	9%
F	34%	18%	21%	23%
R	27%	43%	47%	48%
D	18%	31%	24%	20%
MD	0%	4%	2%	0%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Conexión en motor.

	2019	2022	2023	2024
MF	23%	0%	0%	0%
F	35%	4%	5%	2%
R	28%	28%	31%	32%
D	14%	57%	52%	51%
MD	0%	11%	12%	15%

Fuente: Elaboración propia



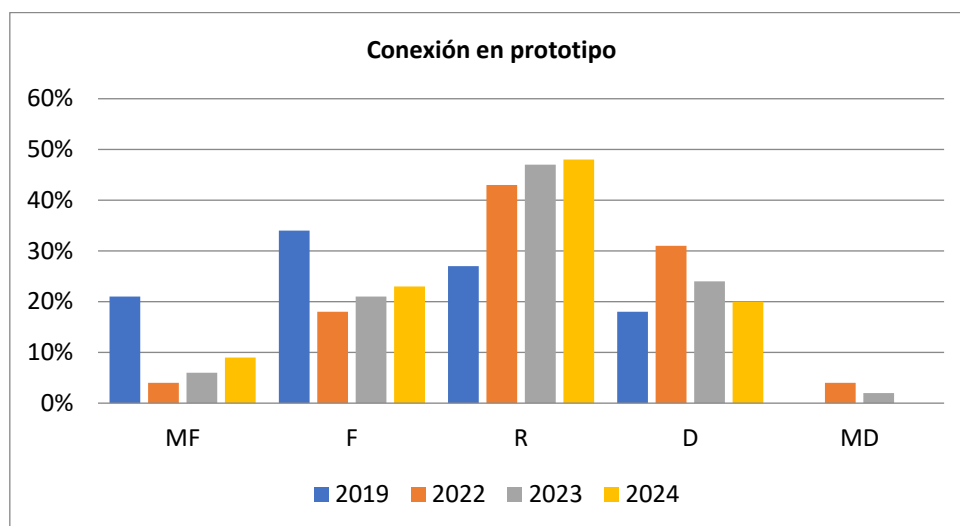


Figura 10. Representación de los resultados al realizar el bobinado en el motor.

Fuente: Elaboración propia

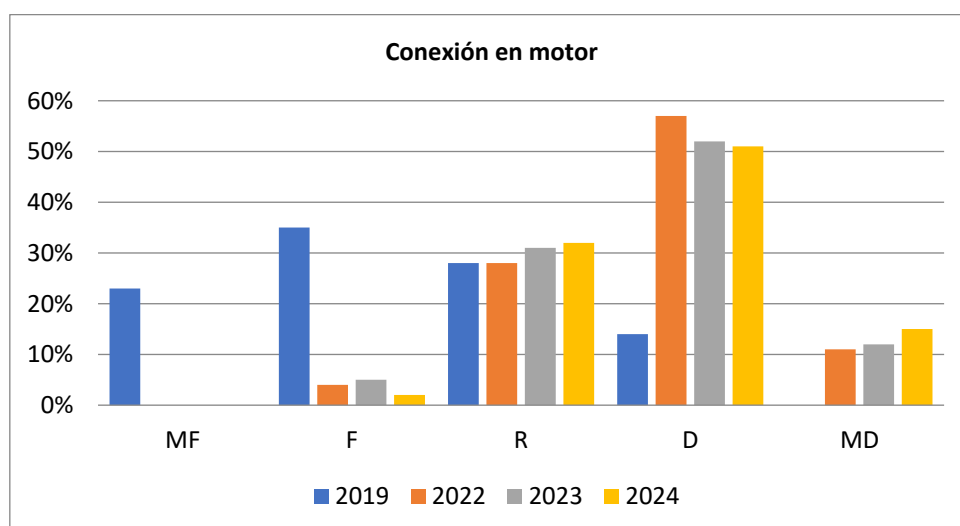


Figura 11. Representación de los resultados al realizar el bobinado en el motor.

Fuente: Elaboración propia



Figura 12. Se observa el amarre del bobinado.
Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Amarre de bobinas en prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	18%	8%	11%	13%
F	39%	24%	28%	29%
R	31%	37%	35%	38%
D	12%	21%	26%	16%
MD	0%	10%	0%	4%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Barnizado en prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	21%	16%	14%	12%
F	29%	19%	21%	20%
R	43%	36%	37%	39%
D	7%	29%	21%	23%
MD	0%	0%	7%	6%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Amarre de bobinas en motor.

	2019	2022	2023	2024
MF	12%	0%	2%	5%
F	30%	16%	18%	17%
R	43%	47%	45%	41%
D	10%	37%	32%	30%
MD	5%	0%	3%	7%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Barnizado en motor.

	2019	2022	2023	2024
MF	22%	4%	5%	2%
F	31%	12%	11%	13%
R	40%	32%	34%	31%
D	7%	33%	36%	37%
MD	0%	19%	14%	17%

Fuente: Elaboración propia





Figura 13. Se observa el bobinado al cual ya se le realizaron las conexiones.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Cambio de calibre en prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	5%	2%	6%	9%
F	23%	29%	31%	28%
R	51%	52%	53%	50%
D	16%	17%	10%	10%
MD	5%	0%	0%	3%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Cambio de calibre en motor.

	2019	2022	2023	2024
MF	0%	3%	0%	0%
F	10%	15%	8%	4%
R	55%	65%	54%	51%
D	25%	17%	21%	22%
MD	10%	0%	7%	23%

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Cambio del número de polos en prototipo.

	2019	2022	2023	2024
MF	10%	14%	17%	19%
F	22%	33%	34%	30%
R	37%	28%	29%	27%
D	31%	25%	13%	12%
MD	0%	0%	7%	12%

Tabla 15. Cambio del número de polos en motor.

	2019	2022	2023	2024
MF	15%	2%	4%	2%
F	25%	8%	6%	5%
R	42%	32%	30%	33%
D	18%	35%	38%	39%
MD	0%	23%	22%	21%

Fuente: Elaboración pro

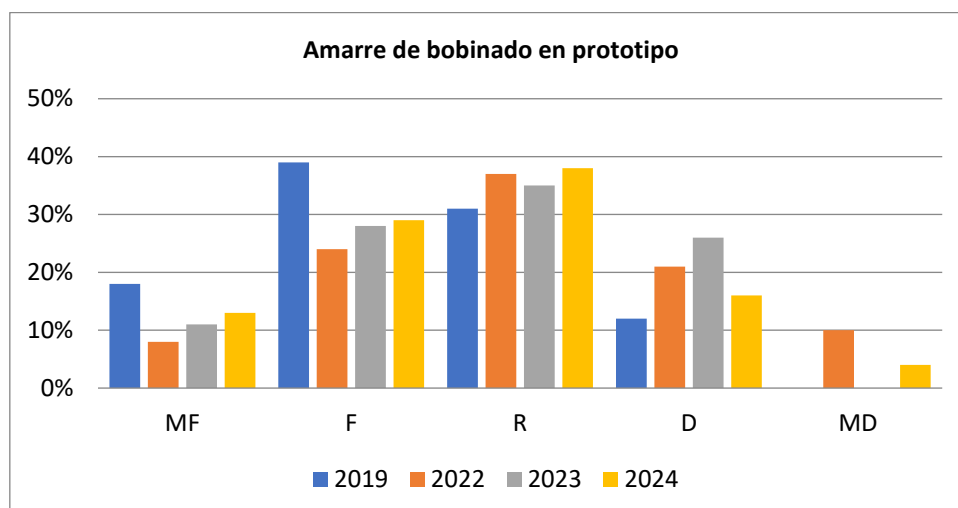


Figura 14. Se observan las gráficas correspondientes a la tabla 8.

Fuente: Elaboración propia

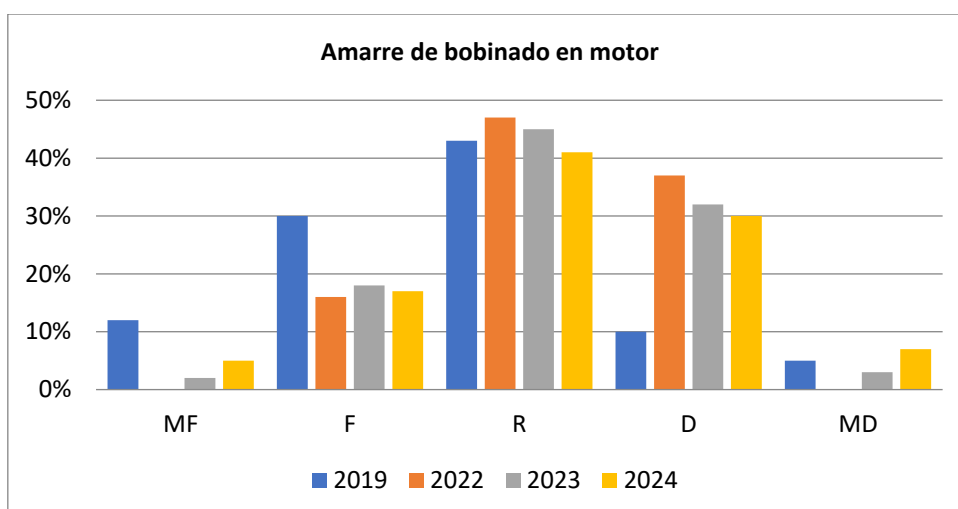


Figura 15. Se observan las gráficas correspondientes a la tabla 9.

Fuente: Elaboración propia

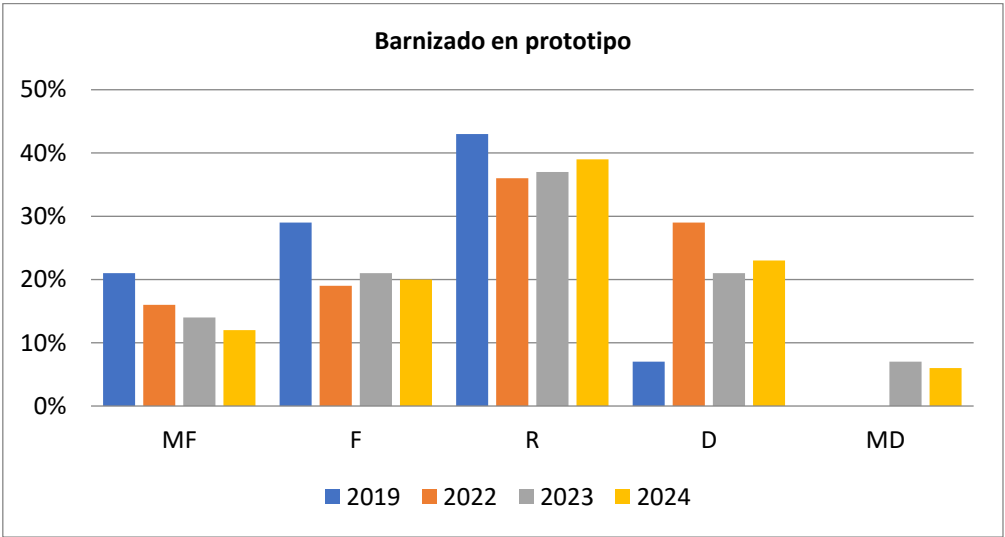


Figura 16. Se observan las gráficas correspondientes a la tabla 10.
Fuente: Elaboración propia

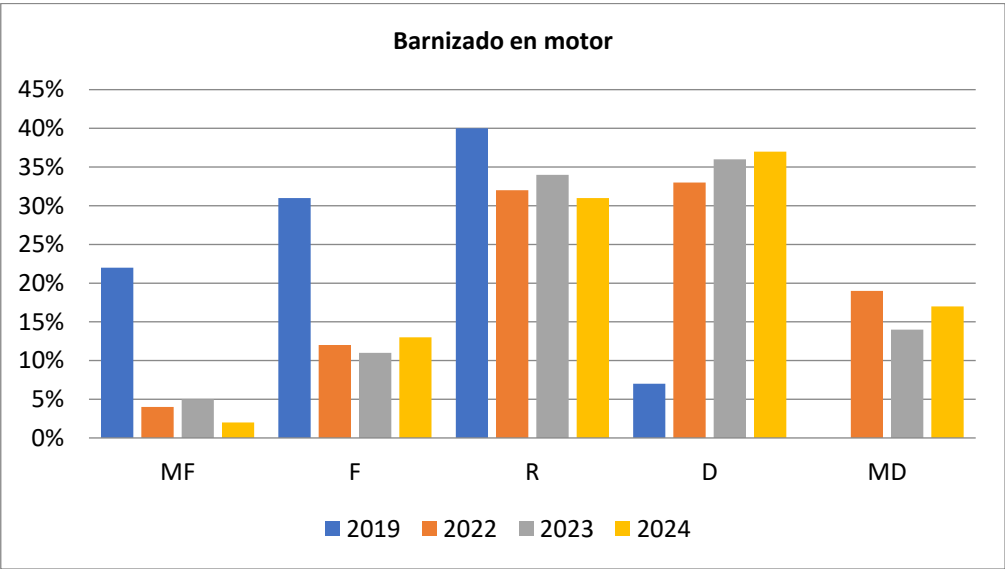


Figura 17. Se observan las gráficas correspondientes a la tabla 11.
Fuente: Elaboración propia



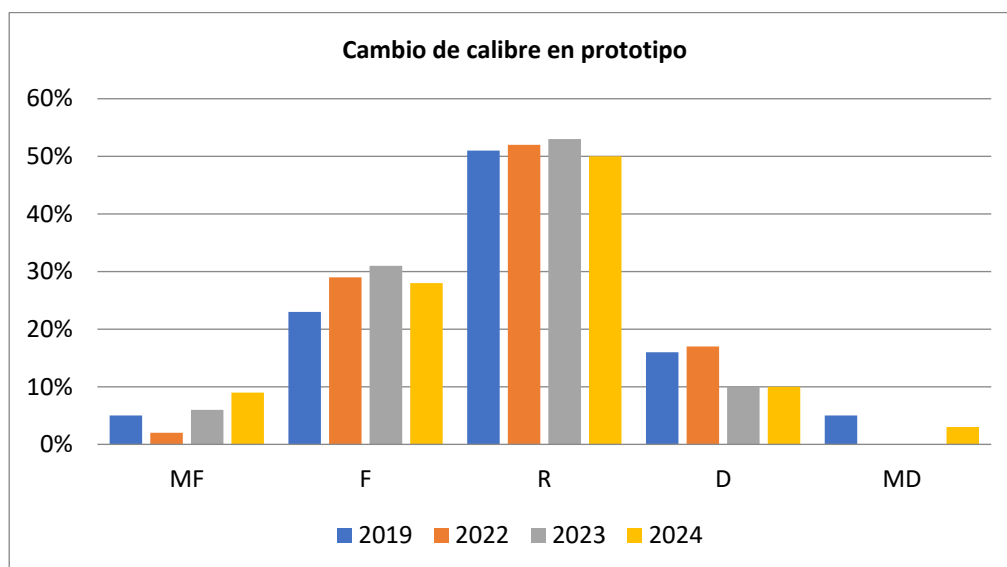


Figura 18. Se observan las gráficas correspondientes a la tabla 12.

Fuente: Elaboración propia

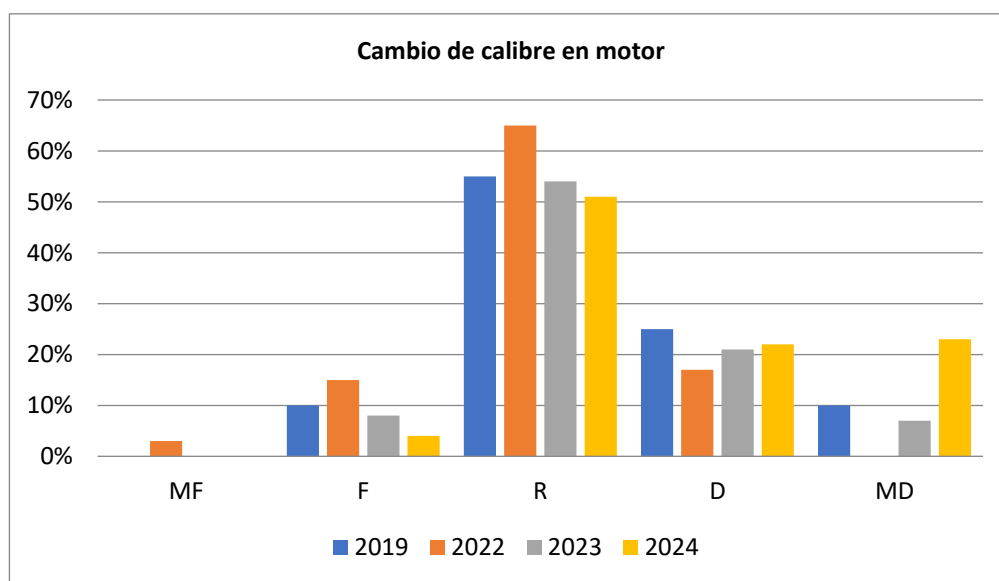


Figura 19. Se observan las gráficas correspondientes a la tabla 13.

Fuente: Elaboración propia



Discusión

El trabajo realizado estudiando el desempeño de los alumnos al aprender el tema de bobinados, de la asignatura de máquinas eléctricas de la carrera de ingeniería electrónica del ITSPR, muestran una tendencia favorable al hacer uso de un prototipo didáctico, en el cual practican el bobinado. Cuando practicaron con el estator de un motor consideraron útil hacer uso de modelos computacionales, (Sun, R. (2024)).

Los alumnos de las generaciones más recientes hacen uso de recursos tecnológicos como la impresión en 3D utilizando PLA y el diseño en software CAD, muy posiblemente debido a la cultura digital de las nuevas generaciones para las cuales el uso de diseño en software y de impresión 3D para los prototipos de proyectos resulta más común. (Komar, J. (2022)).

La pedagogía en ingeniería requiere de una constante innovación, (Zhong, B. (2024)), y esto permite obtener resultados que se manifiestan en mejores destrezas de los alumnos al momento de trabajar en motores eléctricos. Y no está demás mencionar que en este punto se puede tender a desarrollar un pensamiento filosófico con relación a la educación en ingeniería, (Zhurakovskaya, V. (2020)), es decir hasta qué punto los ingenieros encargados de impartir clases a alumnos de ingeniería deben de tener una formación con altas competencias en pedagogía.

Conclusiones

Los resultados mostrados en las tablas 1 a 15 y las gráficas asociadas a dichas tablas, muestran observaciones importantes relacionadas con el proceso de construcción y enseñanza del bobinado de motores eléctricos, en los cuales se destaca la utilidad del prototipo didáctico en comparación con un motor físico.

Un aspecto importante es que la construcción del prototipo facilita el trabajo para las generaciones más recientes de estudiantes, debido al conocimiento y las experiencias previas compartidas por alumnos de generaciones anteriores. En cuanto al proceso de aislamiento, se observó que el uso de papel maylar es considerablemente más sencillo que realizarlo directamente en un motor de prueba, lo que se traduce en un ahorro de tiempo y recursos.

Además, el bobinado en el prototipo resultó ser más accesible para la mayoría de los estudiantes, mientras que en el motor real este proceso presentó mayores dificultades. Esta diferencia se debió a que el bobinado en el motor físico requiere técnicas específicas y precisas, mientras que en el prototipo didáctico, las tareas resultaron ser más directas y menos complejas. En el caso de las conexiones de las bobinas, también se observó que en el prototipo se facilitaron las conexiones debido a su diseño, mientras que en el motor físico se debe realizar un proceso adicional para retirar el barniz aislante y soldar las conexiones, lo cual complica dicha conexión.

Otro reto que se presentó fue la geometría circular del estator del motor real, lo que dificultó la identificación del principio y el fin de las bobinas. En el prototipo, en cambio, fue más fácil identificar estas características y nombrar una bobina como la primera. Por otro lado, amarrar las bobinas fue



complicado tanto en el prototipo como en el motor, debido a que los alumnos realizaron las bobinas con poco margen de tolerancia en su tamaño, lo cual es común en los bobinados manuales sin el uso de moldes.

En cuanto al barnizado, este proceso resultó ser más sencillo en el prototipo en comparación con el motor físico, especialmente debido a las diferencias en la geometría de ambos. Además, el cambio en el calibre de las bobinas para adaptarlas a diferentes voltajes, sin perder demasiada potencia de trabajo, presentó mayores dificultades en el motor físico que en el prototipo didáctico. Lo mismo sucedió con el ajuste en el número de polos, que fue más complicado en el motor real en comparación con el prototipo.

En resumen, el uso de un prototipo didáctico para la enseñanza del bobinado de motores eléctricos demostró ser significativamente más ventajoso que trabajar directamente sobre un motor físico, facilitando el aprendizaje y la comprensión de los procesos involucrados.

Trabajo a futuro

Se puede hacer uso del trabajo presentado para justificar un proyecto de prototipos didácticos para:

- Rotores.
- Motores sin escobillas,
- Motores de torque directo.

Entre otros tipos de motores utilizados en la industria y las aplicaciones de propósito general.

Lo anterior requiere del trabajo de estudiantes que desarrollen tesis o servicio social, debido a que el desarrollo de los prototipos requiere de cálculos, dibujos técnicos y uso de software especializado, y está en estudio un proyecto de este tipo.

5. Agradecimientos

Los autores agradecen al instituto tecnológico superior de Poza Rica, ITSPR, por facilitar los laboratorios requeridos para el desarrollo del trabajo presentado.

6. Referencias bibliográficas

- o Arora, S., Abkenar, A. T., Jayasinghe, S. G. y Tammi, K. (2021). Chapter 3- Electric Motor Drives for Heavy-duty Electric Vehicles. Heavy-Duty Electric Vehicles From Concept to Reality, 49-65.
- o Baños, J.E., Blanco-Reina, E., Bellido-Estévez, I., Bosch, F., Cabello, M.R., Cambra-Badii, I., De la Cruz, J.P., D'Ocón, P., Ivorra, M.D., Ferrándiz, M., González-Correa, J.A., Martín-Montañez, E., Martos, F., Pavía, J. y Sanz, E. (2024). Beyond lectures and practical courses:



Teaching pharmacology using imaginative pedagogical tools. *Pharmacological Research*, Volume 202, 107130.

- o Broumand, M., Yun, S. y Hong, Z. (2024). A novel phase change material-based thermal management of electric machine windings enable by additive manufacturing. *Applied Thermal Engineering*, Volume 244, 122802.
- o Forstner, G., Kugi, A. y Kemmetmuller, W. (2021). Fault-tolerant torque control of a three-phase permanent magnet synchronous motor with inter-turn winding short circuit. *Control Engineering Practice*, Volume 113, 104846.
- o Guo, F., Chu, Q. y Li, C. (2023). Torque Analysis and stator windings influence research on negative-salient permanent magnet synchronous motor. *Energy Reports*, Volume 9, 416-424.
- o Guo, L., Jin, X. y Wang, H. (2023). On winding reconstruction method for six-phase motor with single-phase winding open circuit faults. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, Volume 587, 171365.
- o Komar, J., Chow, J.L., Kawabata, M. y Choo, C.Z.Y. (2022). Inform and Communication Technology as an enable for implementating Nonlinear Pedagogy in Physical Education: Effects on students' exploration and motivation. *Asian Journal of Sport and Exercise Psychology*. Volume 2, Issue 1, 44-49.
- o Li, Y., Li, Q., Fan, t. y Wen, X. (2023). Heat dissipation design of end winding of permanent magnet synchronous motor for electric vehicle. *Energy Reports*, Volume 9, 282-288.
- o Mayr, A., Scheffler, F., Fuder, R., Raffin, T., Kibkalt, D. y Franke, J. (2023). Data-driven quality monitoring of needle windings processes in electric motor production using machine learning techniques. *Procedia CIRP*, Volume 118, 873-878.
- o Sun, R., Ma, C., Zhang, N., Kaku, C., Zhang, Y. y Hou, Q. (2024). A novel forward computational modal analysis method of the motor stator assembly considering core lamination and winding stacking. *Mechanical Systems and Signal Processing*, Volume 208, 110920.
- o U, W., Gui, Z., Ni, J. y Xu, S. (2024). Influence of asymmetric-paths windings on electromagnetic force of variable speed pump storage generator-motor. *Results in Engineering*, Volume 21, 101813.
- o Verrelli, C.M., El Arayshi, M. y Tiberti, M. (2023). Kids in Control: Educational Activity and Devices for International School Students, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 56, Issue 2, 7549-7554.
- o Xu, Z., Xu, Y., Liu, W. y Wang, Y. (2023). Stator winding hotspot temperature rise characteristic study of an axially forced air-cooled motor with air deflector. *Applied Thermal Engineering*, Volume 224, 120108.



- o Zhong, B., Liu, X. y Li, X. (2024). Effects of reverse engineering pedagogy on students' learning performance in STEM education: The Bridge- design project as an example. Heliyon, Volume 10 Issue 2, e24278.
- o Zhurakovskaya, V., Sichinava, A., Simakova, T., Olicheva, O., Rikov, S., Valeeva, J., Kulachinskaya, A. y Ilyashenko, S. (2020). Innovations in Education –The Development of a new Pedagogcal Technology of a Combinational Type, Focused on the Development f Personality of Students. Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity, Volume6, Issue 4, 123.



Una inmersión interactiva con abejas meliponas en realidad aumentada (ar)

Castillos, Moo-Eduardo¹, Balam, Can-Placido², Ojeda, Arana-MirnadeJesus³, Tamay, Canche-Ricardo⁴

- 75. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, e.castillo@itscarrillopuerto.edu.mx.
- 76. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, p.balam@itscarrillopuerto.edu.mx.
- 77. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, m.ojeda@itscarrillopuerto.edu.mx.
- 78. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnm campus Felipe Carrillo Puerto, 201k0025@itscarrillopuerto.edu.mx.

Resumen: El proyecto “Una inmersión interactiva con abejas meliponas en realidad aumentada (AR)”, Tiene como objetivo instruir a los estudiantes sobre el tema de las abejas meliponas mediante una experiencia interactiva en la tecnología de la realidad aumentada, su importancia es fundamental para la biodiversidad. Aplicando la herramienta de CoSpace Edu y el software Blender, se desarrollaron modelados en 3D de las abejas meliponas (obrero, zángano, reina, panal y la bienvenida). El proyecto siguió la metodología ágil Scrum, dividiendo se en varias fases: Preparación, desarrollo de contenidos, implementación y evaluación, concluyendo con la demostración del resultado. El resultado fue una aplicación exitosa de la realidad aumentada que permitió a los usuarios interactuar de manera positiva con los modelados 3D y mostrando información educativa. Se concluye que la realidad aumentada es una herramienta clave para la educación interactiva con la biodiversidad. Igualmente, en futuras versiones permite ampliar el contenido educativo.

Palabras clave: Abejas meliponas, Conciencia ambiental, Educación interactiva, modelados 3D, Realidad aumentada.

Abstract: "An Interactive Immersion with Melipona Bees in Augmented Reality (AR)" aims to educate students about melipona bees through an engaging experience utilizing augmented reality technology, emphasizing their crucial role in biodiversity. By using CoSpace Edu and Blender software, 3D models of melipona bees—including the worker, drone, queen, honeycomb, and a welcoming bee—were created. The project followed the agile Scrum methodology, which was divided into several phases: preparation, content development, implementation, and evaluation, culminating in a demonstration of the results. The outcome was a successful application of augmented reality, enabling users to interact positively with the 3D models while receiving educational information. It is



concluded that augmented reality serves as a vital tool for interactive education on biodiversity, and future versions will allow for the expansion of educational content.

Keywords: 3D Modeling, Augmented Reality, Environmental Awareness, Interactive Education, Melipona Bees.

1. Introducción

En la actualidad, la tecnología ha revolucionado diversos sectores, incluyendo la conservación del medio ambiente y la educación. En este trabajo, se presenta la realidad aumentada (AR, por sus siglas en inglés) como una herramienta innovadora que ofrece una experiencia interactiva sobre las abejas meliponas, permitiendo explorar y descubrir nuevos conocimientos. Esta tecnología ha demostrado ser una estrategia efectiva para educar a la población sobre la importancia del ecosistema y fortalecer la educación en biodiversidad (Kumar & Singh, 2020; Bacca, Baldiris, & Torres, 2014).

El desafío radica en concientizar sobre las abejas meliponas, una especie de abeja sin aguijón nativa de la península de Yucatán. Estas abejas son fundamentales para la polinización de las plantas, lo que las convierte en un componente crucial para la conservación de la biodiversidad local (Rojas & Vázquez, 2019). Sin embargo, esta especie enfrenta varias amenazas debido a la falta de conocimiento sobre su importancia ecológica y los beneficios que puede ofrecer al mundo (González & Martínez, 2021). Para abordar esta problemática, es esencial fusionar la tecnología y la educación.

El presente documento, titulado “Una inmersión interactiva con abejas meliponas en AR (Realidad aumentada)”, tiene como objetivo principal informar a un grupo de estudiantes sobre la importancia de la abeja melipona mediante el uso de la realidad aumentada, que presenta contenido interactivo. A través de esta experiencia, los usuarios pueden conocer en profundidad el comportamiento de las abejas meliponas, lo que les permite desarrollar un aprecio por esta especie (López & Salinas, 2022).

En el proceso de desarrollo del proyecto, se han realizado varias fases que incluye la investigación y recopilación de información sobre el tema de abejas meliponas, al igual que la selección de herramientas y tecnologías a utilizar, se presenta la creación de modelados 3D detalladas de abejas meliponas, asimismo preparar el contenido que incluye texto, videos, imágenes, audios y enlaces de videos para un buen aprendizaje. La metodología aplicada está basada metodología ágil, permitiendo una organización que garantice el cumplimiento del objetivo con estándares de calidad y funcionalidades correctas.



En el trabajo se asegura la sostenibilidad y futuras implementaciones sobre el área de las abejas meliponas. El siguiente aspecto que se requiere es la mejora en la escalabilidad del proyecto, donde se recomienda desarrollar una guía para replicar el proyecto en diferentes áreas o con distintas especies polinizadores. Lo que ayuda a facilitar la implementación en diferentes contextos. Posteriormente, el aspecto es la mejora de la usabilidad, se recomendando en la realización de una guía para el uso de la plataforma y la forma de adaptarse al contenido y que sea accesible a todas las personas. El objetivo es asegurar la facilidad de uso de la plataforma. El siguiente aspecto es la accesibilidad multilingüe, para ofrecer el contenido en varios idiomas.

2. Sustento teórico

El proyecto “**Una inmersión interactiva con abejas meliponas en realidad aumentada (AR)**” se fundamenta en diversas teorías y conceptos que respaldan su enfoque educativo y tecnológico. A continuación, se presentan los principales pilares teóricos que sustentan el desarrollo y la implementación del proyecto.

1. Realidad Aumentada en Educación: es una tecnología que superpone información digital en el mundo real, permitiendo a los usuarios interactuar con elementos virtuales en un entorno físico. Según Azuma (1997), la AR combina tres características clave: la integración de la información virtual y real, la interactividad en tiempo real y la combinación de elementos tridimensionales. Esta tecnología se ha utilizado en educación para mejorar la comprensión de conceptos complejos, fomentar la motivación y facilitar el aprendizaje experiencial (Bacca, Baldiris, & Torres, 2014).

2. Aprendizaje Basado en Proyectos: es una metodología educativa que involucra a los estudiantes en la exploración de problemas del mundo real a través de proyectos significativos. Este enfoque fomenta el aprendizaje activo, la colaboración y la aplicación práctica de conocimientos (Thomas, 2000). En el contexto del proyecto, los estudiantes no solo aprenden sobre las abejas meliponas, sino que también desarrollan habilidades en el uso de tecnologías emergentes.

3. Importancia de las Abejas Meliponas: Las **abejas meliponas** son esenciales para la polinización de diversas plantas, lo que las convierte en un componente vital de los ecosistemas. Estas abejas, nativas de la península de Yucatán, contribuyen a la biodiversidad y al equilibrio de los ecosistemas locales (Rojas & Vázquez, 2019). A pesar de su importancia, existe una falta de conciencia sobre su papel ecológico, lo que justifica la necesidad de proyectos educativos que promuevan su conservación y el conocimiento sobre su relevancia.

4. Metodologías Ágiles en Educación: La metodología ágil, especialmente el **Scrum**, se aplica en entornos educativos para mejorar la gestión de proyectos y fomentar la adaptabilidad. Scrum permite



la planificación iterativa y la retroalimentación continua, lo que es fundamental en el desarrollo de proyectos educativos que requieren ajustes basados en la experiencia del usuario. Este enfoque garantiza que el contenido y las herramientas se alineen con las necesidades y expectativas de los estudiantes (Sutherland & Sutherland, 2013).

5. Interactividad y Aprendizaje Experiencial: La interactividad es un componente crucial en el proceso educativo, ya que promueve la participación activa de los estudiantes. La investigación muestra que las experiencias interactivas, como las ofrecidas por la realidad aumentada, pueden mejorar significativamente la retención del conocimiento y la comprensión conceptual (Dede, 2009). La posibilidad de interactuar con modelos 3D de las abejas meliponas permite a los estudiantes explorar y aprender de una manera más envolvente y efectiva.

3. Metodología

La metodología del proyecto titulado “Una inmersión interactiva con abejas meliponas en AR (Realidad aumentada)” se ha estructurado en varias fases, siguiendo un enfoque ágil que permite una organización eficaz y garantiza el cumplimiento de los objetivos establecidos. A continuación, se describen las etapas clave del proceso:

1. Investigación y Recopilación de Información

Se llevó a cabo una fase inicial de investigación exhaustiva sobre las abejas meliponas, su ecología, y su importancia en la polinización y conservación de la biodiversidad. Esta etapa incluyó la revisión de literatura científica y la consulta de expertos en el tema, con el fin de asegurar que el contenido fuera preciso y relevante.

2. Selección de Herramientas y Tecnologías

Se seleccionaron las herramientas y tecnologías adecuadas para el desarrollo del contenido interactivo. En este caso, se optó por utilizar **CoSpace Edu** y **Blender** para la creación de modelos 3D de las abejas meliponas, así como software de edición de video y audio para la preparación de materiales complementarios.

3. Creación de Modelos 3D

Se desarrollaron modelos 3D detallados que representan diferentes tipos de abejas meliponas (trabajadora, zángano, reina, panal, y una abeja de bienvenida). Este proceso incluyó la modelación, texturización y animación para garantizar que los modelos fueran realistas y educativos.



4. Preparación del Contenido Educativo

Se elaboró contenido educativo diverso que incluía texto, videos, imágenes, audios y enlaces a recursos adicionales. Este contenido se diseñó para ser interactivo y atractivo, facilitando el aprendizaje a través de múltiples formatos.

5. Implementación de la Realidad Aumentada

Se integraron los modelos 3D y el contenido educativo en una plataforma de realidad aumentada, permitiendo a los usuarios interactuar con los modelos de manera intuitiva. Esta fase incluyó pruebas de funcionalidad para asegurar que la experiencia del usuario fuera fluida y educativa.

6. Evaluación y Retroalimentación

Se realizó una evaluación del proyecto a través de pruebas piloto con un grupo de estudiantes. Se recopilaron comentarios sobre la usabilidad y la efectividad del contenido educativo, lo que permitió realizar ajustes y mejoras en la plataforma.

7. Sostenibilidad y Escalabilidad

Para asegurar la sostenibilidad del proyecto, se desarrollaron directrices para futuras implementaciones y la posibilidad de replicar el proyecto en diferentes contextos, ya sea con otras especies polinizadoras o en distintas áreas geográficas.

8. Mejora de Usabilidad y Accesibilidad

Se diseñaron guías para facilitar el uso de la plataforma, asegurando que el contenido sea accesible para todas las personas. Se contempló la implementación de una versión multilingüe del contenido, permitiendo que un público más amplio pueda beneficiarse de la experiencia educativa.

4. Resultados, discusión

A continuación, se presentan los resultados de una encuesta de satisfacción diseñada para evaluar la experiencia de los alumnos con la realidad aumentada y los contenidos relacionados con las abejas meliponas. La encuesta busca recoger retroalimentación sobre la claridad de la información, el interés del contenido y la efectividad de la interacción con los modelos 3D. Los resultados reflejan un alto nivel de aprendizaje y satisfacción por parte de los alumnos, lo que demuestra el éxito del proyecto en el ámbito educativo.

Tabla1. Preguntas y respuestas

Preguntas:	Respuestas con números de Alumnos			
1. ¿Qué tan clara fue la información sobre las abejas meliponas presentada en las diapositivas?	(32) Muy clara	(5) Clara	(2) Mediana	(0) Poco clara



			mente clara	
2. ¿La información sobre las abejas meliponas fue interesante y relevante?	(32) Muy interesante y relevante	(6) Interesante y Relevante	(0) Medianamente interesante y relevante	(0) Poco interesante y relevante
3. ¿Crees que aprendiste algo nuevo sobre las abejas meliponas y su importancia en el ecosistema?	(20) Aprendí mucho	(8) Aprendí bastante	(10) Aprendí algo	(0) Aprendí muy poco
4.- ¿Qué tan atractivos fueron los modelos 3D de las abejas en la presentación?	(32) Muy atractivos	(6) Atractivos	(0) Medianamente atractivos	(0) Poco atractivos
5. ¿Cómo calificas el uso de imágenes y recursos visuales en la Realidad aumentada?	(27) Muy bueno	(11) Bueno	(0) Regular	(0) Malo
6. ¿Qué tan fácil fue utilizar la tecnología de realidad aumentada durante la actividad?	(24) Muy fácil	(12) fácil	(2) Medianamente fácil	(0) Díficil
7. ¿La interacción con los modelos 3D de las abejas meliponas te ayudó a entender mejor sus características?	(24) Ayudó mucho	(14) Ayudó bastante	(0) Ayudó medianamente	(0) Ayudó muy poco
8. ¿Crees que la realidad aumentada mejoró tu experiencia de aprendizaje sobre las abejas meliponas?	(28) Mejoró mucho	(9) Mejoró bastante	(1) Mejoró medianamente	(0) Mejoró muy poco
9. ¿Te gustaría usar la realidad aumentada en otras asignaturas o temas?	(36) Sí, definitivamente en todas las asignaturas	(2) Sí, en varias asignaturas	(0) Probablemente	(0) Poco probable
10. ¿Recomendarías este tipo de experiencia educativa a otros estudiantes?	(34) La recomendaría mucho	(4) La recomendaría	(0) Probablemente la	(0) Poco probable que la



			recomend aría	recomien de

1. **Claridad de la Información:** La mayoría de los alumnos (32) consideró que la información sobre las abejas meliponas fue muy clara, lo que indica que el contenido se presentó de manera efectiva.
2. **Interés y Relevancia:** Un total de 32 alumnos encontró la información muy interesante y relevante, lo que sugiere que el tema captó su atención y les resultó significativo.
3. **Aprendizaje:** La mayoría de los encuestados (20) afirmó haber aprendido mucho sobre la importancia de las abejas meliponas en el ecosistema, evidenciando el impacto positivo del proyecto en su conocimiento.
4. **Atractividad de los Modelos 3D:** La percepción de los modelos 3D fue muy positiva, con 32 alumnos calificándolos como muy atractivos, lo que resalta la efectividad visual de la presentación.
5. **Uso de Recursos Visuales:** El uso de imágenes y recursos visuales fue calificado como muy bueno por 27 alumnos, lo que indica que estos elementos enriquecieron la experiencia de aprendizaje.
6. **Facilidad de Uso:** La mayoría (24) consideró que la tecnología de realidad aumentada fue muy fácil de usar, lo que sugiere que la interfaz fue accesible y amigable.
7. **Interacción con los Modelos 3D:** La interacción con los modelos 3D fue vista como muy útil para entender las características de las abejas meliponas, con 24 alumnos indicando que ayudó mucho.
8. **Mejora en la Experiencia de Aprendizaje:** Un alto porcentaje (28) de los estudiantes sintió que la realidad aumentada mejoró significativamente su experiencia de aprendizaje.
9. **Interés en Futuras Aplicaciones:** La mayoría (36) expresó un deseo de utilizar la realidad aumentada en otras asignaturas, lo que sugiere un interés generalizado en esta tecnología.
10. **Recomendación:** La gran mayoría (34) recomendaría esta experiencia educativa a otros estudiantes, lo que indica una alta satisfacción con el proyecto.



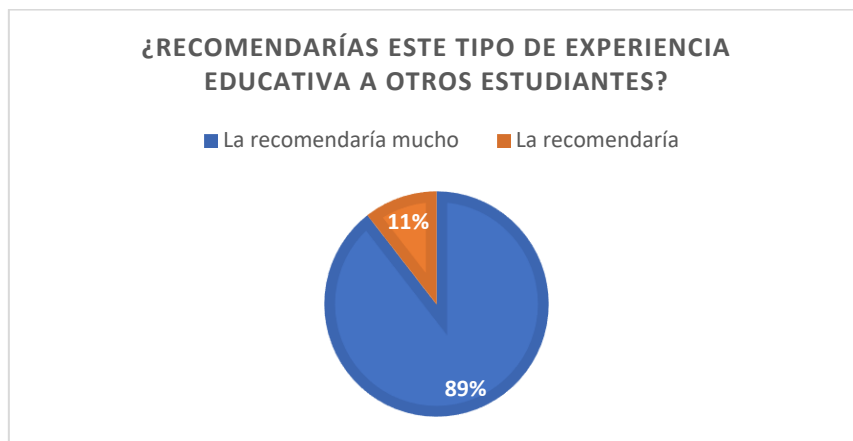


Figura 1. ¿recomendarías este tipo de experiencia educativa a otros estudiantes?

5. Conclusiones

El proyecto **“Una inmersión interactiva con abejas meliponas en realidad aumentada (AR)”** ha demostrado ser una iniciativa exitosa en la educación, logrando altos niveles de satisfacción y aprendizaje entre los estudiantes.

El análisis de la experiencia educativa centrada en las abejas meliponas revela resultados altamente positivos que destacan la efectividad del contenido y las metodologías empleadas. En primer lugar, la claridad y efectividad del contenido permitieron a los alumnos comprender la información presentada, lo cual es crucial para facilitar el aprendizaje. La relevancia del tema no solo captó el interés de los estudiantes, sino que también motivó su participación activa, lo que es un indicador claro del éxito del enfoque utilizado.

Asimismo, el impacto en el aprendizaje fue significativo, con muchos estudiantes reconociendo la importancia ecológica de las abejas meliponas, lo que resalta la efectividad del proyecto en la concientización sobre la biodiversidad. La utilización de modelos 3D y recursos visuales complementarios enriqueció la experiencia educativa, facilitando la comprensión y la retención del contenido. La tecnología de realidad aumentada se presentó como una herramienta accesible y fácil de usar, lo que permitió a los estudiantes concentrarse en el aprendizaje sin distracciones.

En conclusión, el proyecto ha demostrado que la realidad aumentada es una herramienta clave para la educación interactiva en el contexto de la biodiversidad. Los resultados obtenidos no solo validan la metodología empleada, sino que también abren la puerta a futuras implementaciones y mejoras en el contenido educativo. La experiencia adquirida y la retroalimentación de los estudiantes serán fundamentales para el desarrollo de nuevas versiones del proyecto que amplíen su alcance y efectividad.

Anexo: Interfaz del software en realidad aumentada



ILUSTRACIÓN 3. CONTENIDO DE LA BIENVENIDA



ILUSTRACIÓN 2. CONTENIDO DE LA ABEJA REINA



ILUSTRACIÓN 5. CONTENIDO DE LA ABEJA ZÁNGANO



ILUSTRACIÓN 4. CONTENIDO DEL PANAL

6. Referencias

o Blender.
Manual.



(s.f.). Blender 4.2
Obtenido de

https://docs.blender.org/manual/en/latest/getting_started/about/index.html



- o Cube, C. E. (s.f.). *Code INTEF*. Obtenido de https://code.intef.es/prop_didacticas/cospaces-edu-iii-merge-cube/
- o EDU, C. (s.f.). *Cospaces EDU*. Obtenido de <https://www.cospaces.io/about>
- o Educación, E. d. (16 de junio de 2023). *Ejemplos de STEAM en educación*. Obtenido de <https://universidadeuropea.com/blog/steam-educacion-ejemplos/>
- o Francisco Lenín Morán Peña, F. E. (s.f.). *Educación y tecnología: Modelado 3D*. Obtenido de <http://142.93.18.15:8080/jspui/bitstream/123456789/540/1/libro.compressed.pdf>
- o Ken Schwaber, J. S. (Noviembre de 2020). *La guía Scrum*. Obtenido de <https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2020/2020-Scrum-Guide-Spanish-European.pdf>
- o Lucio A. Pat Fernández, P. H. (2018). *Cría y manejo tradicional de la abeja Melipona beechei (ko'olel kaab) en comunidades aledañas a la Reserva de la Biosfera Los Petenes, Campeche, México* (ECOSUR, Editor). Obtenido de <https://www.ecosur.mx/libros/producto/cria-y-manejo-tradicional-de-la-abeja-melipona-beechei-koolel-kaab-en-comunidades-aledanas-a-la-reserva-de-la-biosfera-los-petenes-campeche-mexico/>
- o Play, G. (s.f.). *Cómo funciona Google Play*. Obtenido de https://play.google/intl/es_419/howplayworks/
- o Reinoso, R. (s.f.). *Introducción a la Realidad aumentada*. Obtenido de <https://www.educa.jcyl.es/crol/es/repositorio-global/introduccion-realidad-aumentada-37162.ficheros/511255-3711.pdf>
- o Robles, M. Á. (s.f.). *Resumen sobre internet*. Obtenido de <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/3088/1/Resumen%2520del%2520Contenido%2520de%2520la%2520Unidad.pdf>
- o Sánchez Bermejo, P. J. (2020). *Modelado 3D correcto*. Obtenido de <https://docta.ucm.es/entities/publication/873bd003-5760-464b-97ed-d68fed8c5383>

Aplicación web para solicitud de Artesanías (WEB Arte Mixteca)



Nieto, Rosales - Ana Laura¹ Domínguez, Michaca- Jeenefer², y Santos, Martínez- Graciela³

79. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio/
Ingeniería Informática, analauro.nieto@itsao.edu.mx
80. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio/
Ingeniería Informática, dominguezjeenefer@gmail.com
81. Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio/
Ingeniería Industrial, graciela.santos@itsao.edu.mx

Resumen: El presente trabajo consiste en un proyecto multidisciplinario el cual se trabajó con el cuerpo académico del Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio (ITSAO) y el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan (ITSNA), el objetivo consiste en reactivar los talleres de artesanías a través del sistema Nodos de impulso a la economía social y solidaria (NODESS). Así mismo se busca activar la economía del municipio de Acatlán a través de la comercialización nacional e internacional de productos artesanales implementando una aplicación web desarrollada con tecnologías open source (Código abierto) utilizaron tecnologías como PHP y MySQL.

Palabras clave: Aplicación web, Artesanías de barro, NODESS, Seguimiento de Pedidos

Abstract: The present work consists of a multidisciplinary project which was worked on with the academic staff of the Instituto Tecnológico Superior de Acatlán de Osorio (ITSAO) and the Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan (ITSNA), the objective is to reactivate the workshops of crafts through the Nodes system to promote the social and solidarity economy (NODESS). Likewise, it seeks to activate the economy of the municipality of Acatlán through the national and international marketing of artisanal products by implementing a web application developed with open-source technologies (Open Code) using technologies such as PHP and MySQL.: Web Application, Artisans of mud, NODESS, Order Tracking

1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día es de suma importancia implementar tecnología en pequeños y micronegocios familiares, sobre todo los que se encuentran vulnerables ante la globalización, aunque no es la solución total ante esta problemática, pero es un paso que disminuye esa brecha tecnológica entre grandes negocios y estos pequeños talleres.



La aplicación y uso de la tecnología para agilizar el proceso de solicitud de pedidos de cualquier empresa es importante, pero para los pequeños y micronegocios es detonante para poder tener la oportunidad de ampliar su mercado.

Las artesanías en Acatlán de Osorio son de suma importancia ya que tiene gran relevancia en la cultura y tradición que se conserva de generación en generación. En esta sociedad donde vivimos, es necesario buscar estrategias que ayuden a mejorar los procesos de los talleres de artesanías de una manera más fácil y con uso de la tecnología se vuelve más accesible; A través del tiempo, los talleres de artesanía han sido un pilar básico en la economía de los pueblos y comunidades rurales, por lo que es indispensable vincular las tecnologías, así como la red de NODESS donde se forman alianzas para la mejora de la economía de regiones vulnerables.

Se busca que con el uso del Internet y la modernización en el proceso de pedidos se pueda incrementar las ganancias y mejorar la economía de los artesanos del municipio de Acatlán de Osorio con el fin de mejorar la calidad de vida de sus familias.

Uno de los principales problemas a los que se enfrenta cualquier artesano es al regateo y poca difusión de su trabajo, ya que se encuentran limitado a la venta en ferias y zonas aledañas a su comunidad, por lo que la implementación de una aplicación puede ser una puerta que les permita difundir y ampliar su mercado.

Es de suma importancia darle prioridad al arte creado en las comunidades y zonas rurales con el fin de reactivar los talleres que se encuentran vulnerables a desaparecer, sobre todo si se trata en actividades generacionales como es el caso de la región mixteca baja del estado de Puebla, y nos referimos al municipio de Acatlán de Osorio la cual es la cuna de importantes artesanos que se destacan vendiendo piezas de artesanías únicas y originales.

2. METODOLOGÍA

El tipo de proyecto es un desarrollo tecnológico, específicamente es un desarrollo de software, por lo que la metodología empleada para el diseño y desarrollo de este es una metodología Ágil de desarrollo de software.

Dentro de este grupo de metodologías, se encuentra la metodología Programación Extrema (XP por sus siglas en inglés), esta metodología es considerada como una de las metodologías ágiles para la gestión de proyectos que se centra en la velocidad y la simplicidad con ciclos de desarrollo cortos (Canive, T., 2020).

De acuerdo con Canive, T. (2020). XP, se basa en 5 valores, 5 reglas y 12 prácticas de programación, el resultado de los sprints y las integraciones continuas buscan dar como resultado un software de mayor calidad.



Descripción de las actividades realizadas Metodología XP

Dentro de las actividades que se realizaron siguiendo esta metodología son Análisis de los requerimientos, diseño y programación como principales etapas del proyecto; se realizó también.

Esta metodología consta de 5 fases las cuales son de suma importancia para el desarrollo del proyecto:

Fase Planeación.

En esta primera fase se realizó la recolección de información para identificar los requisitos del sistema. Como método de recolección se realizó una entrevista guiada a los artesanos de la región de Acatlán.

A continuación, se muestra la estructura de la entrevista que se aplicó a los artesanos para la recolección de información

- 1.-¿Cómo vende sus productos?
- 2.-¿Qué tipo de productos oferta ?
- 3.-¿Quiénes son sus clientes ?
- 4.-¿Hace uso de la tecnología ?
- 5.-¿Cuáles son sistemas de cobro?
- 6.-¿Cuenta con un catálogo de sus productos?
- 7.-¿Al mes cuánto vende ?
- 9.-¿Sus productos los exporta para otro país?
- 10.-¿Cuentan con un logo que los distinga?
- 12.-¿Qué colores le gustaría utilizar para su Aplicación?
- 13.-¿Le gustaría que su Aplicación cuente con contenido multimedia?
- 14.- ¿Cómo realiza sus pedidos?

Historias de usuarios

La historia de usuarios es otra de las técnicas utilizadas en el proceso de recolección de requisitos, ya que son descripciones cortas de que nos ayudan con la realización del software.



Descripción de las Historias de usuario:

- Historia de usuario 1: Como usuario deseo que la Aplicación contenga información de los artesanos, significado de las piezas de barro y técnicas que utilizaron para crear la pieza.
- Historia de usuario 2: Como usuario deseo que se muestre los autores de cada obra y que la Aplicación sea dinámica y fácil de usar.
- Historia de usuario 3: Como usuario desea que la Aplicación muestre todos los contenidos claros, para que sea fácil de entender por parte de los usuarios que cada apartado sea atractivo y fácil de entender.
- Historia de usuario 4: Como cliente deseo que los productos de las artesanías vengan especificados por tamaño color.
- Historia de usuario 5: Como cliente deseo que la Aplicación muestre mis solicitudes de pedidos y que sea fácil de usar que venga bien especificados los detalles de cada producto como son sus dimensiones
- Historia de usuario 5: Como cliente deseo que mi solicitud de pedido sea atendida rápidamente.
- Historia de usuario 6: Como cliente deseo la opción recuperar mi contraseña de acceso en cualquier momento.

Fase Análisis de requisitos: Se realizó un análisis de los requerimientos proporcionados por los Artesanos para la identificación y clasificación de los requisitos del software, esto con el fin de llevar el manejo adecuado de los requerimientos.

El análisis de los requerimientos es un estudio a fondo de las necesidades que los artesanos tienen y que se deben contemplar para el desarrollo y diseño del sistema de solicitud de pedidos.

Como primer resultado se identificaron 7 requisitos no funcionales para el sistema, los cuales se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Requisitos No Funcionales

Nombre del Requisito	Descripción	Impacto (0-5)
Seguridad	Los usuarios deben tener acceso a las opciones que realiza la Aplicación de tal manera que cumpla con las funciones deseadas.	5



Auditoria	El sistema deberá almacenar como mínimo la siguiente información	5
	Producto	
	Usuario registrado	
	Modificación de Datos de Usuario	
Disponibilidad	El sistema deberá ser utilizado todo el tiempo a cualquier hora del día	4
Claridad	La información deberá de ser de manera clara que sea fácil de entender para los usuarios	4
Disponibilidad de información	El sistema deberá ser fundamentado con su manual de usuario para los clientes.	4
Multiplataforma	La Aplicación web debe ser de manera responsive de tal manera se puede visualizar en múltiples computadores	5
Multimedia	El sistema deberá tener archivos multimedia bien formados para cumplir con la información	5

Nota: Descripción de los requisitos no funcionales.

Así mismo se identificaron 8 requisitos funcionales que integran el sistema a continuación, se describe cada uno de ellos.

Tabla 2. Requisitos Funcionales

Nombre del Requisito	Descripción	Impacto (0-5)
Acceso a la Aplicación web (inicio de sesión)	El usuario podrá acceder con su usuario y contraseña de forma segura de acuerdo con el perfil.	5
Registro de artesanos	Un artesano podrá darse de alta para exhibir sus productos	5
Registro de clientes	Un cliente (nuevo) podrá registrarse para poder realizar una solicitud	5
Solicitud de pedidos	El cliente tendrá la opción de poder visualizar los productos desde la aplicación y podrá	5



	revisar en un catálogo los diseños de las artesanías	
Seguimiento de pedidos	El artesano podrá visualizar el seguimiento de pedidos por parte del cliente	4
Historial de pedidos	El cliente puede revisar su historial de pedidos.	4
Actualizar catálogo en su perfil	Tendrá la opción de actualizar su catálogo y su información.	5
El cliente podrá estar en contacto con el artesano mediante la Aplicación	se unirá la aplicación web con una aplicación móvil para hacer el seguimiento de su pedido desde su propia cuenta.	5

Fuente: Propia. Descripción de los requisitos funcionales.

Fase de Diseño: en esta fase se diseñaron los componentes de Diseño de la base de datos, Diseño de la Aplicación web, Diseño de las interfases

Fase de Pruebas: Se realizaron Pruebas, Implementación de prueba de errores, Corrección de errores, Pruebas técnicas, Revisión de las especificaciones de diseño, Pruebas de aceptación y por último Fase de Implementación: consiste en la entrega del sitio web. Como última actividad la entrega del sitio web una vez que se ha revisado que no tiene fallos que cuenta con las expectativas y objetivos deseados se prosigue a entregar la Aplicación web.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de este desarrollo tecnológico se tiene una aplicación web que permite a un grupo de artesanos promover y difundir un catálogo de productos de sus artesanías, así mismo se permite a los clientes poder realizar un pedido. Las siguientes figuras muestran el diseño y los elementos que integran dicha aplicación.

El resultado de todo este trabajo es que además de generar tecnología para contribuir con la solución a una problemática identificada en nuestra región, es con la creación de la Aplicación web los artesanos podrán ofertar sus productos de una manera más directa con sus clientes. Y los clientes además que podrán conocer sobre el proceso de elaboración (técnicas utilizadas para la fabricación) y así reactivar la economía de la región mediante la Aplicación web.

Esto ayudará a los artesanos a difundir y distribuir sus artesanías de una manera más atractiva y fácil de adquirir además que esta Aplicación incorpora a toda la sociedad artesanal a contactar nuevos clientes de otros estados y países.

Así también proporcionar a la sociedad artesanal una ventaja competitiva con el mercado nacional.





Figura 1. Página de inicio.



Figura 2: Menú.

Nota: Elementos del menú de la aplicación. En esta sección de la Aplicación se muestra el menú y las secciones con la que cuenta la Aplicación, las cuales son: Tienda, Sobre nosotros, Contáctanos, la opción de inicio de sesión y realizar un pedido.



Figura 3: Catálogo de productos.



Figura 4: Categorías

3. CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto se permitió reactivar la economía del grupo de artesanos a través de la implementación de tecnología y la modernización, desarrollando un software a la medida, cumpliendo las especificaciones y requisitos del grupo de artesanos.

Las recomendaciones que se brindan es simplemente cumplir con los requerimientos solicitados por parte de los artesanos, cumplir con las actividades en orden y tiempo establecido, ya que esto permite que trabaje de forma organizada sin demoras y cumpliendo con los objetivos de forma correcta.

REFERENCIAS

- o Alvarez, M. A. D. W. (2001, January 1). Qué es HTML. Qué ES HTML. Retrieved March 15, 2023, from <https://desarrolloweb.com/articulos/que-es-html.html>
- o Canive, T. (2020, 27 mayo). Metodología XP o Programación Extrema: ¿Qué es y cómo aplicarla? Gestor de Proyectos Online. <https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-xp>
- o Grau, J. L. V. (2016, July 8). La Metodología XP: la metodología de desarrollo de software más exitosa. Proagilist. <https://proagilist.es/blog/agilidad-y-gestion-agil/agile-scrum/la-metodologia-xp/>
- o IONOS, D. G. (2023). Usabilidad web: ¿es tu web fácil de usar? IONOS Digital Guide. Retrieved March 15, 2023, from <https://www.ionos.mx/digitalguide/online-marketing/vender-en-internet/en-que-consiste-la-usabilidad-web/#:~:text=La%20usability%20describe%20la%20facilidad,funcionalidad%20de%20una%20p%C3%A1gina%20web>
- o Kendall, K.E. y Kendall, J.E.: “Análisis y Diseño de Sistemas”, Prentice Hall, 1997.
- o Pressman, R.S.: “Ingeniería del Software, un Enfoque Práctico”, 6ªed., Mc Graw Hill, 2005.
- o QUE ES LA USABILIDAD. <https://www.ionos.mx/digitalguide/online-marketing/vender-en-internet/en-que-consiste-la-usabilidad-web/>



- o ¿Qué es un alojamiento web? — Cámara de Zaragoza. (n.d.). Retrieved February 1, 2022, from <https://www.camarazaragoza.com/fag/que-es-un-alojamiento-web/>
- o NODOS de impulso a la economía social y solidaria Nodos de Impulso a la Economía Social y Solidaria NODESS | Instituto Nacional de la Economía Social | Gobierno | gob.mx (www.gob.mx)
- o Vila Grau, J.L. (2016). La Metodología XP: la metodología de desarrollo de software más éxitos. Proagilist, de <https://proagilist.es/blog/agilidad-y-gestion-agil/agile-scrum/la-metodologia-xp/>

Beneficios de implementar el módulo de Producción de un sistema ERP en empresa productora de alimentos

Flores, Gutiérrez -Xóchitl Patricia¹, Osuna, Armenta- Marcos Octavio ², Sandoval ,Acosta- José Antonio ³



82. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave Xochitl.fg@guasave.tecnm.mx

83. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave Marcos.oa@guasave.tecnm.mx

84. División de Ciencias Computacionales, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Guasave Jose.sa@guasave.tecnm.mx

Resumen: Los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) ayudan a las organizaciones a mejorar la gestión integrada de todos los procesos. Una forma simple de entenderlos es pensar que cada proceso clave para la operación de una empresa es un módulo del sistema: proveedores, clientes, producción, almacén, etc. que proporciona información estratégica instantánea en toda la empresa. El objetivo de este estudio es determinar los beneficios de implementar específicamente el módulo de producción en una empresa productora de alimentos de la ciudad de Guasave, Sinaloa. Es investigación aplicada cuya metodología tiene enfoque mixto (se determinan beneficios cualitativos y cuantitativos), las técnicas de investigación empleadas incluyen cuestionario, investigación bibliográfica, entrevistas y observación en planta. Los resultados indican que los usuarios perciben beneficios cualitativos y evidencian mejoras cuantitativas en cuanto a indicadores de desempeño. Se concluye que el uso empresarial de ERP actualmente es una necesidad y una ventaja competitiva muy fuerte.

Palabras clave: alimentos, beneficios, eficiencia, ERP, exactitud.

Abstract: Enterprise Resource Planning (ERP) Systems help organizations improve the integrated management of all processes. A simple way to understand them is to think that each key process for the operation of a company is a module of the system: suppliers, customers, production, warehouse, etc. providing instant insights across the enterprise. The objective of this study is to determine the benefits of specifically implementing the production module in a food producing company in the city of Guasave, Sinaloa. It is applied research whose methodology has a mixed approach (qualitative and quantitative benefits are determined), the research techniques used include questionnaires, bibliographic research, interviews and plant observation. The results indicate that users perceive qualitative benefits and evidence quantitative improvements in terms of performance indicators. It is concluded that the business use of ERP is currently a necessity and a very strong competitive advantage.

Keywords: food; benefits; efficiency; ERP; accuracy.

1. Introducción



El software ERP, por sus siglas en inglés Enterprise Resource Planning, es un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales que permite mejorar las actividades de una empresa gestionando eficientemente la información de las áreas clave. Guerrero-Luzuriaga, Marín-Guamán, & Bonilla-Jurado (2018). En la actualidad, la exactitud y la calidad de los procesos de gestión de materiales son fundamentales para el crecimiento y competitividad, dado que la empresa objeto de esta investigación se dedica a la elaboración de alimentos y utiliza una gran variedad de insumos y genera diversos productos terminados perecederos, la importancia de tener una buena gestión de la información incluyendo, por supuesto, la relativa a los inventarios se acrecienta.

De acuerdo con Cueva y Ríos (2022), los sistemas ERP están cambiando la manera en que las compañías llevan a cabo sus negocios. Cuando se implementa un software de este tipo, la empresa debe ser flexible para que le permita adoptar una serie de prácticas que han sido definidas, esto hace que la práctica de dichos sistemas resulte un tanto complejo. Es importante indicar que su ejecución no es como cualquier otro tipo de proyecto de implementación de software. Los ERP cambian la forma de trabajo de una empresa, generando una serie de ventajas competitivas. Se trata de un software que es modular y es adaptable a las necesidades de cada empresa. De esta forma, cabe señalar que este estudio de investigación tiene como objetivo evaluar los beneficios cualitativos y cuantitativos solamente de un módulo del software, específicamente, del módulo de Producción en una empresa que fabrica productos alimenticios en la ciudad de Guasave, Sinaloa. El alcance del estudio incluye el módulo en cuestión porque se considera clave para la organización dado que se refiere a áreas logísticas de la misma, como almacén, producción, compras.

2. Sustento teórico

Badenes, Gómez y Navarro (2018) explican que los ERP son sistemas de información desarrollados para gestionar todos los procesos de una organización, ayudan a la toma de decisiones estratégicas y oportunas desde una perspectiva integral de la organización en su conjunto, y no sólo desde un punto de vista aislado o departamental. Por tal motivo, su uso es un factor clave en las organizaciones. Aunque, cabe aclarar que no todos los ERP son adecuados para todas las instituciones, y es muy importante que cada una realice un análisis profundo para su selección e implante el sistema ERP más adecuado a sus procesos y características.

Existen varios antecedentes que sirven como referencia a este trabajo, por ejemplo, Sinforoso (2022), describe la mejora que se realizó en la empresa Italpet S.A.C. (organización peruana del sector metalmecánico) cuando se implementó un sistema ERP en 2018 con el fin de integrar por medio de un software las diferentes áreas de la empresa, se evaluaron cualitativa y cuantitativamente los beneficios, logrando mayor competitividad en las ventas y gestión de los recursos. Por su parte,



Cueva y Ríos (2022), desarrollaron un proyecto orientado a lograr la optimización de los procesos de facturación de la empresa Grupo Orbegoso SAC mediante el uso de un ERP.

Estas tecnologías han beneficiado a las empresas en todas las áreas, permitiendo que se integren y sean mejor administrados los procesos. Su implementación es difícil y tiene riesgos que toda la organización debe asumir para poder ser competitiva. Su uso es un soporte y ayuda a seguir el paso a la competencia. Acevedo et al (2022).

Veloz Díaz y Flor Terán (2015) expresan que no hay duda de que el ERP es una herramienta muy poderosa para las empresas actuales; sin embargo, no es la cura para los problemas existentes y su implementación tiene riesgos asociados que deben ser controlados para percibir los beneficios de su utilización. A través de un estudio de campo aplicado a la empresa Cedal S.A. se identificó la utilidad de esta herramienta en el rendimiento del sistema, utilización eficiente de recursos, mejora en la comunicación entre todas las áreas que integran la empresa, toma de decisiones estratégicas, etc.

3. Metodología

Para el desarrollo de este estudio, se realizó una investigación aplicada en una empresa productora de alimentos de la ciudad de Guasave, Sinaloa con el objetivo determinar los beneficios cualitativos y cuantitativos de la implementación del módulo de Producción de un software ERP, específicamente ALPHA ERP. La metodología utilizada en esta investigación tiene un enfoque mixto que, según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), representa investigaciones sistemáticas, empíricas y críticas mediante la recopilación y análisis de datos cuantitativos y cualitativos que se utilizan para hacer inferencias. Tashakkori y Teddlie (2003), citados en Barrantes (2014) describen el enfoque mixto como “un proceso que recopila analiza y vierte datos cuantitativos y cualitativos, en el mismo estudio”. Además, el diseño de la investigación fue no experimental de tipo transversal, que se refiere a la evaluación de un fenómeno en un momento específico y determinado de tiempo. Cvetkovic et al. (2021).

Las técnicas o herramientas de recolección de información se eligieron considerando las enlistadas por González y Fahara (2018), específicamente, son un cuestionario que se aplicó a los 8 usuarios clave del módulo Producción en la empresa, investigación bibliográfica sobre indicadores de desempeño o KPI (Indicador Clave de Rendimiento, por sus siglas en inglés) relacionados con inventarios, entrevistas al personal y análisis de KPI en planta.

En general, la metodología incluye los 3 pasos de la Figura 1, mismos que se describen a continuación.



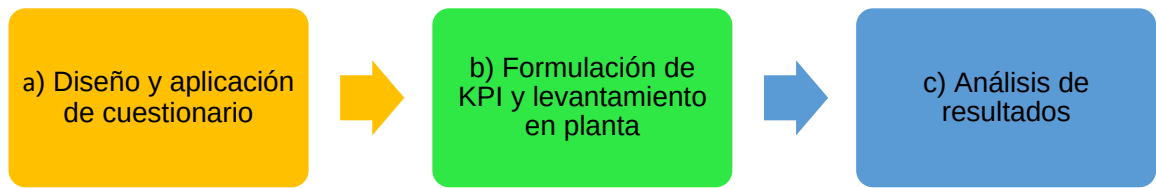


Figura 1. Metodología
Fuente: Elaboración propia

a) Diseño y aplicación de cuestionario. Para seleccionar el tamaño de la muestra, se empleó la técnica de muestreo por selección intencionada o por conveniencia, que según Salvadó (2016) consiste en la elección de una muestra por métodos no aleatorios y la representatividad la determina el investigador de modo subjetivo. En este caso, fue el empresario quien determinó qué personas integrarían la muestra debido a que son quienes por sus actividades propias del puesto utilizan el módulo de Producción en la organización, definiendo una muestra de 8 personas. Posteriormente, se diseñó y aplicó el cuestionario de la Tabla 1, integrado por 10 reactivos para tener una clara percepción sobre la opinión del personal respecto al uso del software, en lo referente a su implementación, uso y beneficios que genera para la empresa. Como se observa en la Tabla 1, las opciones para las respuestas del cuestionario se clasifican con escalas que van de muy de acuerdo hasta muy en desacuerdo.

Tabla 1. Cuestionario

Instrucciones: Lea detenidamente las siguientes afirmaciones y determine su grado de conformidad otorgando una puntuación de acuerdo con la siguiente escala:	
5. Muy de acuerdo 4. De acuerdo 3. Ni de acuerdo ni en desacuerdo 2. En desacuerdo 1. Muy en desacuerdo.	
()	1. Los sistemas ERP permiten mayor confiabilidad en los sistemas de información.
()	2. Los sistemas ERP facilitan el acceso a la información.
()	3. Los sistemas ERP aumentan la productividad de los procesos.
()	4. Los sistemas ERP mejoran el proceso de la toma de decisiones.
()	5. Los sistemas ERP incrementan la eficiencia en el uso del tiempo.
()	6. Los sistemas ERP disminuyen la duplicidad de la información.

()	7. Los sistemas ERP disminuyen la confusión de archivos de información.
()	8. Los sistemas ERP aumentan la competitividad de la empresa.
()	9. Los sistemas ERP reducen el tiempo de producción.
()	10. Los sistemas ERP reducen los costos operativos

Fuente: Elaboración propia

b) Formulación de KPI y levantamiento en planta. A fin de determinar los beneficios cuantitativos de la implementación del módulo de Producción del sistema ERP, se realizó una investigación bibliográfica sobre algunos indicadores de desempeño relacionados con este tipo de sistemas, a partir de esta investigación se seleccionaron 3 KPI mismos que fueron medidos antes de la implementación del módulo de Producción en la empresa (inicial) y posteriormente (actual). Para recabar los datos necesarios para el cálculo de los indicadores, se consultó el software, se realizaron inventarios en físico durante 4 periodos (semanas) después de implementado el sistema y se realizaron entrevistas al personal. A continuación, en la Tabla 2 se describen los tres KPI seleccionados, su fórmula y su cálculo inicial y actual:

Tabla 2. Indicadores de desempeño

Indicador	Descripción	Fórmula	Datos en planta	Sustitución
Formulaciones estándar	Cantidad de productos dados de alta en el sistema.	Formulaciones estándar= (Cantidad de productos formulados en el sistema/Cantidad de productos en el sistema) *100	Inicial: Cantidad de productos en el sistema= 94 Cantidad de productos formulados= 0	Formulaciones estándar en sistema inicial= (0/94)*100= 0%
			Actual: Cantidad de productos en el sistema= 94 Cantidad de producto formulados= 94	Formulaciones estándar en sistema actualmente= (94 / 94)*100= 100%
Exactitud de inventario	Refleja la diferencia que existen entre el nivel	Exactitud de inventario= (Conteos correctos/conteos totales) *100	Inicial: Cantidad de conteos correctos= 20	Exactitud inicial en el inventario de PT= (20/ 54)*100= 37.04%



		inventario en físico dentro del almacén y el que se tiene registrado en el software de gestión de inventario.	Cantidad de conteos totales= 54
			Actual:
			Cantidad de Exactitud actual en conteos correctos= el inventario de
			43 PT= (43/54)*100 =
			Cantidad de 79.63%
			conteos totales= 50
			Inicial:
			Cantidad de órdenes de producción entregadas a tiempo= 8
			Eficiencia de entregas a tiempo de OP inicial= (8/21)*100=
			38.09%
Eficiencia entregas órdenes producción (OP)	en	Porcentaje de Eficiencia de entrega órdenes de de OP= (Órdenes de producción (qué producir, en qué cantidad y tiempo.	Cantidad de órdenes de producción a
	de	entregadas a tiempo.	totales= 21
	de	cuándo) entregadas a tiempo.	Actual:
	de	entregadas a tiempo.	Cantidad de órdenes de producción entregadas a tiempo= 19
			Cantidad de órdenes de producción
			totales= 21
			Actual:
			Cantidad de órdenes de producción entregadas a tiempo= 19
			Cantidad de órdenes de producción
			totales= 21

Fuente: Elaboración propia a partir de Zendesk (2023), Rocha (2018), Sicma21 (2021) y Espejo González (2015).

c) Análisis de resultados. Para finalizar la investigación, se utilizó la información recabada para identificar los beneficios cuantitativos y cualitativos del módulo de Producción del sistema ERP en la empresa bajo estudio, como lo establece el objetivo del proyecto. Es importante señalar que se empleó Microsoft Excel para hacer los cálculos y gráficas correspondientes. De acuerdo con Briones (2002) citado por IEU (2016) el análisis de los datos que se han recolectado en una investigación consiste en determinar mediante las diversas técnicas estadísticas las formas, magnitudes y relaciones que se dan en los datos, las cuales son el resultado de acuerdo con los objetivos propuestos en el proyecto de investigación.

"El propósito del análisis es resumir las observaciones llevadas a cabo de forma tal que proporcionen respuesta a las interrogantes de la investigación. La interpretación, más que una operación distinta, es un aspecto especial del análisis su objetivo es "buscar un significado más amplio a las respuestas mediante su trabazón con otros conocimientos disponibles" (Selltiz, 1970) citado por Santos (2015) que permitan la definición y clarificación de los conceptos y las relaciones entre éstos y los hechos materia de la investigación.

4. Resultados, discusión

Al concluir la investigación, se puede señalar que se aplicó el cuestionario diseñado (Tabla i) para medir los beneficios cualitativos de la implementación del módulo Producción de un sistema ERP en la empresa.



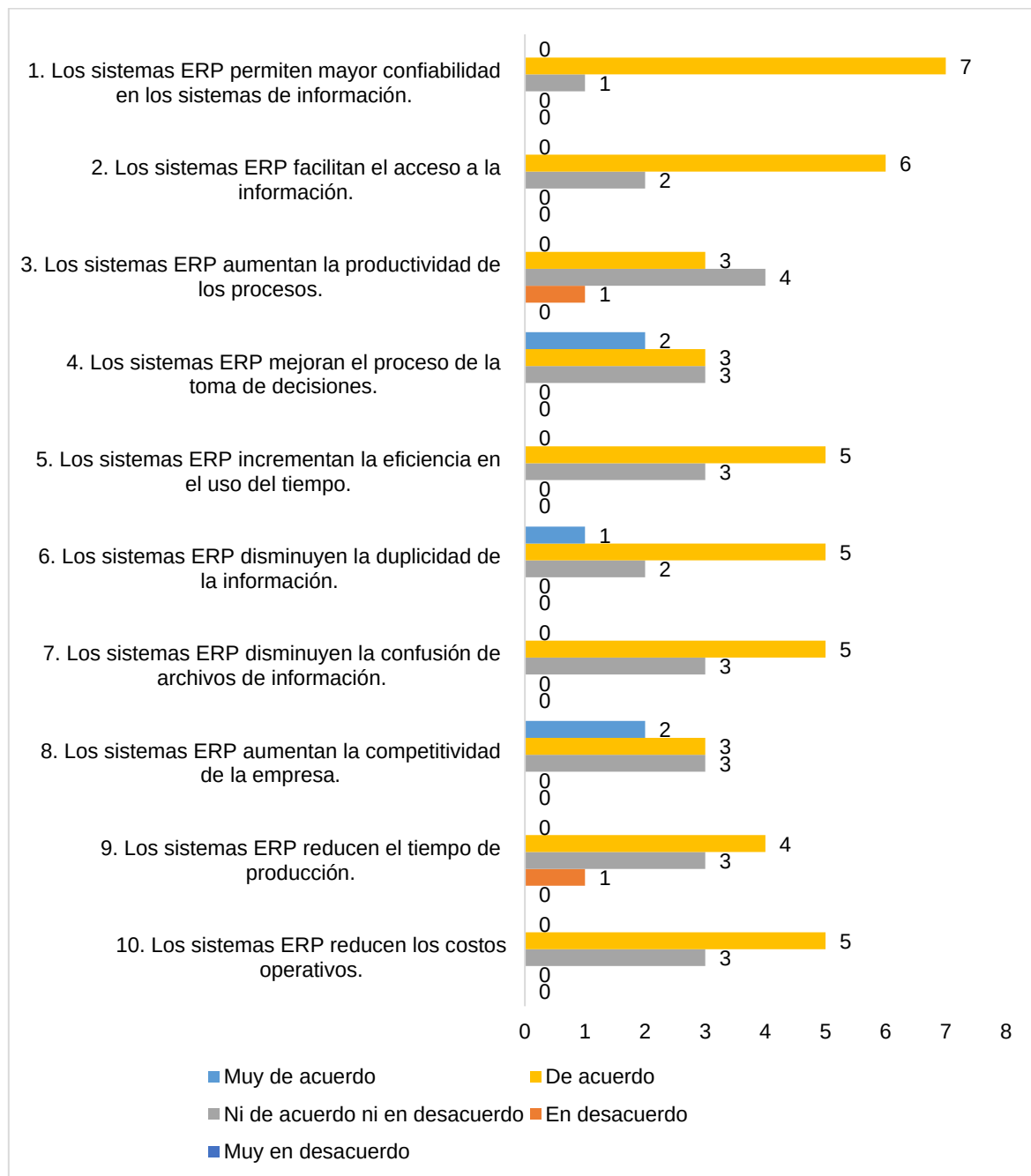


Figura 2. Resultados cuestionario

Fuente: Elaboración propia

La figura 2, es una gráfica con los resultados de las preguntas. Ilustra que 7 de los colaboradores entrevistados, es decir, el 87%, están de acuerdo en que los sistemas ERP brindan mayor confiabilidad en los sistemas de información. También, indica que 6 de los individuos que fueron cuestionados (75%), están de acuerdo en que los sistemas ERP facilitan el acceso a la información.

Muestra que, 4 de los 8 colaboradores entrevistados (50%) no están de acuerdo ni en desacuerdo en que los sistemas ERP aumentan la productividad de los procesos. Revela que 3 personas (38%) no están ni de acuerdo ni en desacuerdo con que los sistemas ERP mejoran el proceso de la toma de decisiones. Sin embargo, hay otras 3 personas (38%) que sí están de acuerdo en que dicho proceso se ve beneficiado gracias al uso de estas tecnologías. Además, ilustra que 5 usuarios del sistema ERP (62%) perciben que estos softwares incrementan la eficiencia en el uso del tiempo. Indica que 5 trabajadores encuestados (63%) perciben que los sistemas ERP disminuyen la duplicidad de la información. Muestra que 5 colaboradores (62%) están de acuerdo en que uno de los beneficios de los sistemas ERP es que disminuyen la confusión de archivos de información. La figura también establece que 3 personas (38%) concluyeron que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo en que los sistemas ERP aumentan la competitividad de la empresa. No obstante, otros 3 usuarios (38%) consideran que dicho beneficio sí es percibido. Muestra que 4 entrevistados (50%) están de acuerdo en que los sistemas ERP reducen el tiempo de producción. Posteriormente, la figura enseña que 5 personas (62%) coinciden en que los sistemas ERP reducen los costos operativos en una empresa.

Respecto a beneficios en el uso de sistemas ERP, hay muchos casos de éxito documentados, por ejemplo, Cemex, una de las compañías mexicanas más importantes y una de las tres organizaciones cementeras más grandes del mundo, que usan este sistema para asegurar la calidad de información y procesos de cada uno de sus módulos y plataformas de negocio, convirtiéndola en una empresa exitosa gracias a la implementación de tecnologías. (Cemex, 2022).

Como se indica en la metodología, para determinar los resultados cuantitativos de la implementación del módulo de Producción del ERP se optó por medir los siguientes aspectos:

- Formulaciones estándar en el sistema.
- Exactitud de inventario.
- Eficiencia en entregas de órdenes de producción (OP) en las áreas.

Antes de la implementación del sistema ERP, se realizó un análisis en la herramienta de Formulaciones del mismo, dentro del módulo de Producción, revelando que ningún producto de los que la empresa elabora estaba formulado o dado de alta con los datos correctos, esta falta de información impedía generar un plan de producción automático por lo cual éste se hacía de forma



manual. Al término del proyecto, se inspeccionó de nuevo la herramienta Formulaciones y se encontró que éstas se incrementaron en un 100% (consulte figura 3), teniendo actualmente todos los productos dados de alta con información confiable acerca de sus requerimientos de materiales, mano de obra y horas máquina. La mejora en este indicador ayuda a la optimización en el tiempo y la estandarización de procesos, por ejemplo, todas las actividades de la empresa se realizan basadas en una orden de producción impresa del ERP y se tienen datos en tiempo real gracias a la orden de resultados de lo producido que también genera el sistema.

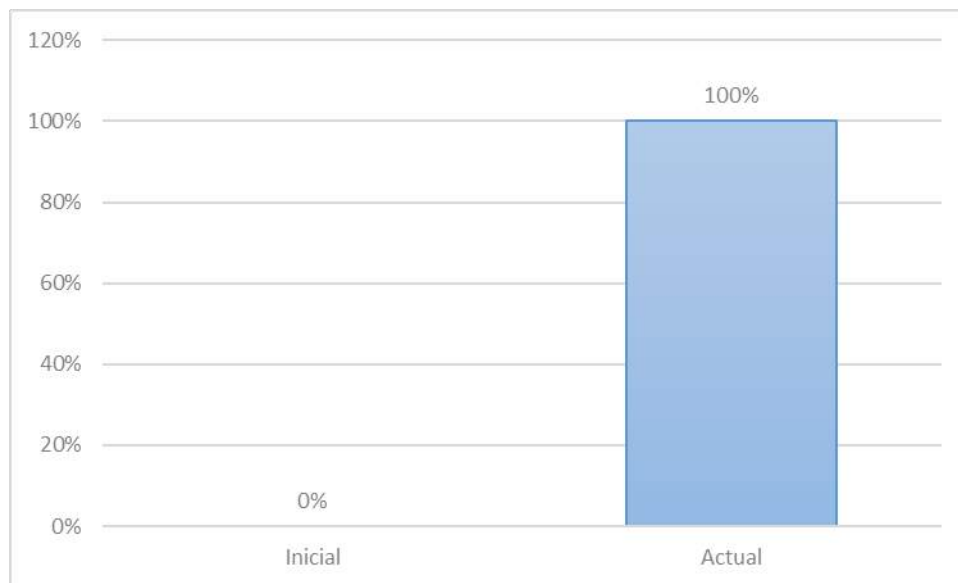


Figura 3. Formulaciones estándar en el sistema

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, como ilustra la figura 4, se incrementó en un 42.59% el indicador de exactitud en el inventario de producto terminado ya que éste pasó de 37.04% a 79.63%. Este progreso se traduce en que actualmente la compañía toma decisiones basadas en datos reales en cuanto a la existencia de producto terminado, existe un 90% de coincidencia entre la existencia de mercancías en físico en los almacenes y la existencia registrada de forma digital en el ERP, además, los procesos de capturas y envíos son más eficaces, hay disminución de desabasto en los requerimientos de producción, permitiendo hacer requisiciones cuando se necesitan y evitando paros de producción.

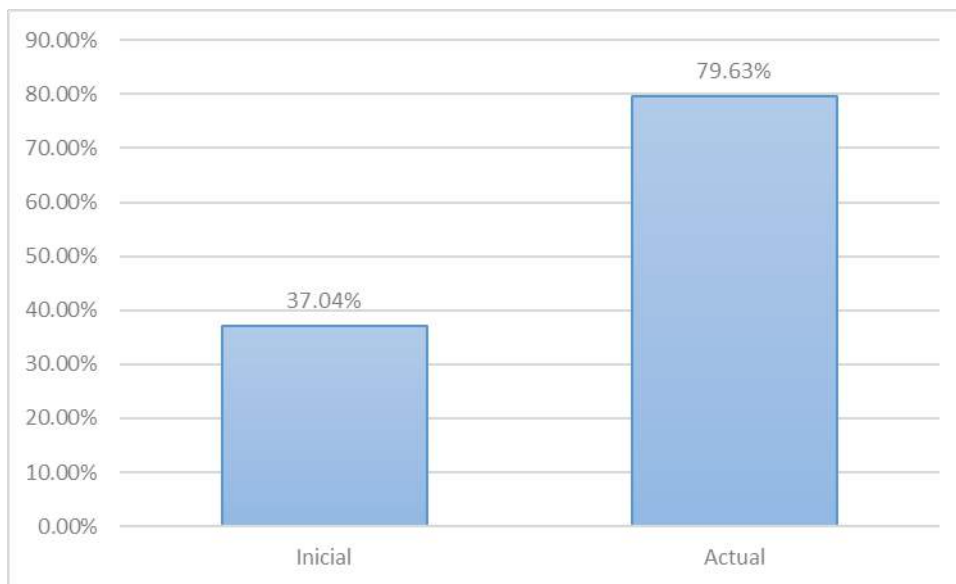


Figura 4. Exactitud de inventario

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, respecto al indicador de eficiencia en entregas de las órdenes de producción para las áreas, éste se incrementó un 51.91% pasando de 38.09% a 90%, como se observa en la figura 5. Esta mejora coadyuva a la estandarización de las entregas y procesos de la empresa, actualmente, las actividades están más ágiles, rápidas y precisas.

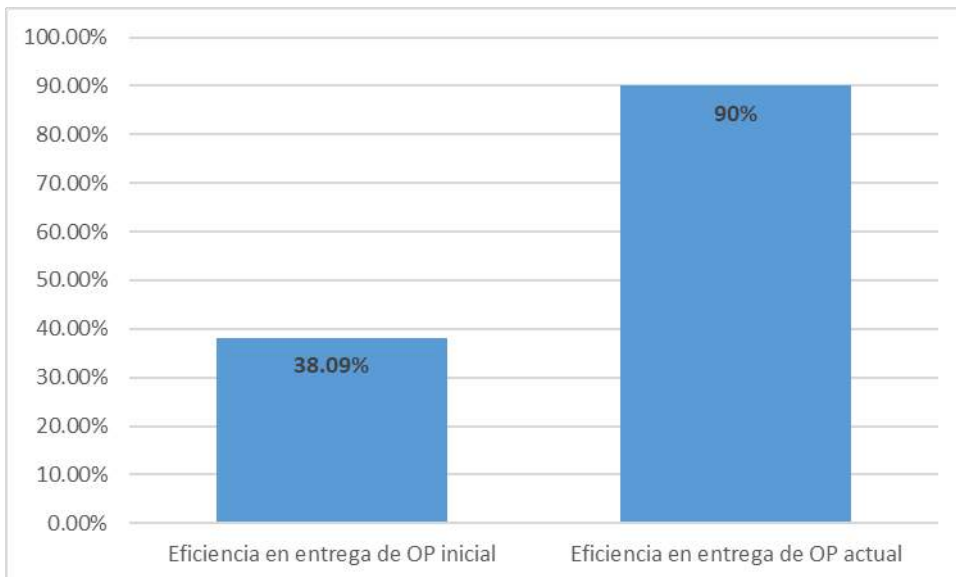


Figura 5. Eficiencia en entregas de órdenes de producción (OP) en las áreas

Fuente: Elaboración propia

Con este tipo de investigaciones, se pone en evidencia la utilidad que tiene un sistema ERP para las organizaciones, no sólo del sector alimentario. En apartados anteriores de este artículo se han mencionado los beneficios obtenidos por distintas empresas de giros diversos. En este sentido, cabe describir los resultados de Gil Salguero (2016) que, en su estudio de identificación de correlación estadística de la caracterización del sector agroindustrial y las ERP de tipo industrial, concluye que el software de este tipo tiene una gran capacidad de adaptación, modularidad, integración con otros programas o softwares y que entre sus beneficios destacan: Reduce las tareas repetitivas, facilitan la comunicación al integrar todas las áreas de la empresa, pone al alcance información clave para la operación y agiliza el trabajo.

5. Conclusiones

En general, los sistemas como el ERP proporcionan información en tiempo real de diferentes áreas que facilitan la toma de decisiones en la empresa. Debido a esto el ERP no solo proporciona un panorama actual de la organización, sino que también permite presentar a la empresa en un entorno competitivo ya que cuenta con la capacidad de información y estandarización necesarios.

Además, es posible continuar integrando información de áreas o procesos nuevos y relevantes para la empresa con la necesidad de automatizarlos. Es recomendable ligar áreas como compras, almacén, logística y abastecimientos, de esta manera se estarían conectando todas las áreas involucradas en un solo sistema.

Principalmente se puede mencionar que este sistema junto con nuevas tecnologías, conforman una estrategia para mejorar la rentabilidad de la empresa y le otorga una ventaja competitiva.

Con las mediciones cualitativas y cuantitativas realizadas, es posible afirmar que en la empresa productora de alimentos de la ciudad de Guasave se encontraron beneficios cualitativos y cuantitativos del uso del módulo de producción del ERP. En general el sistema ERP está bien adaptado para que las empresas de este giro tengan crecimiento y sean más competitivas en el mercado.

En cuanto al objetivo de investigación planteado, se ha cumplido en su totalidad ya que se han identificado los beneficios de la implementación del módulo de producción en la empresa estudiada. Las líneas de trabajo recomendadas para la organización son desarrollar programas de capacitación para el personal en el uso de tecnologías, estudiar las condiciones de la organización y generar



proyectos orientados a la integración de ayudas tecnológicas en los procesos a fin de aprovechar la gran variedad de herramientas que existen, estudiar tendencias relacionadas con los clientes, toma estratégica de decisiones.

6. Referencias

- o Acevedo Avila, L. A., Acuña Jimenes, M. R., Bazán Ríos, Ángel J., Grijalba Atavios, E. E., Guarderas Rodriguez, M. E., Huaila Chaupe, . C. A., & Lazaro Saavedra, D. P. (2022). LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA ERP EN LAS PYMES DE MANUFACTURA. *Gestión De Operaciones Industriales*, 1(1), 61-72. Recuperado a partir de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RINGIND/article/view/4450>
- o Badenes, R. O., Gómez, H. G., & Navarro, V. G. (2018). Metodología para la selección de sistemas ERP para pymes. *3c Empresa: investigación y pensamiento crítico*, 7(4), 10-33.
- o Barrantes, R. (2014). *Investigación, Un camino al Conocimiento, Un Enfoque Cualitativo, Cuantitativo y Mixto*. San José, Costa Rica: Editorial EUNED.
- o Cemex (2022). *Nuestra esencia, informe anual cemex 2000*. Obtenido de <https://www.cemex.com/documents/d/cemex/informeanual-11>
- o Cueva, M. E., & Rios, K. L. (2022). Implementación del sistema ERP Business Digital Gestion para optimizar el proceso de facturación en la empresa Grupo Orbegoso SAC, 2020-2021 [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/31152>
- o Cvetkovic-Vega, A, Maguiña, Jorge L., Soto, Alonso, Lama-Valdivia, Jaime, & López, Lucy E. Correa. (2021). Estudios transversales. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(1), 179-185. <https://dx.doi.org/10.25176/rfmh.v21i1.3069>
- o Espejo González, M. (2015). Exactitud de Inventarios: Beneficios de una Utopía Logística. Obtenido de <https://meetlogistics.com/inventario-almacen/exactitud-de-inventarios/>
- o Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*, Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education, Año de edición: 2018, ISBN: 978-1-4562-6096-5, 714 p.
- o IEU (2016). Apuntes Unidad 1. Elementos básicos al iniciar un anteproyecto. Consultado el 02 de agosto de 2023 de <http://m1.ieu.edu.mx/mod/lesson/view.php?id=70365&pageid=65214>
- o Guerrero-Luzuriaga, Aura, Marín-Guamán, Marco, & Bonilla-Jurado, Diego. (2018). Erp como alternativa de eficiencia en la gestión financiera de las empresas. *Revista Lasallista de Investigación*, 15(2), 182-193. <https://doi.org/10.22507/rli.v15n2a14>
- o Gil Salguero, K. (2016). Identificación de correlación estadística de la caracterización del sector agroindustrial y las erp (enterprise resource planning) de tipo industrial.



- o González, J. R. V., & Fahara, M. F. (2018). Fundamentos de investigación educativa. Volumen 2 y 3. Editorial Digital del Tecnológico de Monterrey.
- o ROCHA, H. (2018). ¿Por qué son importantes los indicadores de desempeño (KPI) para tener una empresa sólida? Obtenido de <https://blog.tgs-rocha.com/blog/por-qu%C3%A9-son-importantes-los-indicadores-de-desempe%C3%B1o-kpi-para-tener-una-empresa-s%C3%B3lida>
- o Santos, A. A. (2015). Análisis de los datos e interpretación de los resultados. Consultado el 12 de diciembre de 2023 de http://www.unsj.edu.ar/unsjVirtual/comunicacion/seminarionuevastecnologias/wp-content/uploads/2015/06/04_analisdatosinterpretac-1.pdf
- o Sicma21 (2021). Qué es la eficiencia de la producción y cómo se alcanza. Obtenido de <https://www.sicma21.com/que-es-la-eficiencia-de-la-produccion/>
- o Sinforoso Loayza, M. F. (2022) Implementación de un sistema ERP en la empresa Italpet S.A.C. [Trabajo de suficiencia profesional para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial, Universidad de Lima]. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. <https://hdl.handle.net/20.500.12724/16267>
- o Salvadó, I. E. (2016). Tipos de muestreo. Investigación científica [presentación de diapositivas]. Recuperado de: <http://www.bvs.hn/Honduras/Embarazo/Tipos.de.Muestreo>.
- o Veloz Díaz, W. R., & Flor Terán, G. A. (2015). Análisis costo-beneficio de la implementación de un sistema ERP en la empresa Corporación Ecuatoriana de Aluminio CEDAL SA en el periodo enero 2009 a marzo 2014 (Master's thesis).
- o Zendesk (2023). 9 tipos de indicadores de desempeño y medición de la productividad. Obtenido de <https://www.zendesk.com.mx/blog/tipos-indicadores-desempeno/#:~:text=Los%20indicadores%20de%20desempe%>.



Beneficios del modelo de negocios community-supported culture en la agricultura, en la región

Acuña Ortega, María Asunción¹.Ballesteros Benitez, Cesar Israel²

85. Profesora adscrita al Departamento de Ingeniería en Gestión Empresarial, ITSSMT, asunción. acuna@smartin.tecnm.mx.

86. Estudiante Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial, ITSSMT, l20010010@smartin.tecnm.mx.

Resumen. El modelo de negocio Community-Supported Agriculture (agricultura apoyada por la comunidad), está focalizado en un plan financiero, donde los consumidores intervienen de manera directa con el agricultor, apoyando financieramente su actividad antes de la época de cultivo; permitiendo su capitalización, para la adquisición de suministros para la siembra. Donde a través de cuotas a los futuros consumidores, se intercambiará en fecha futura una fracción de la producción durante el tiempo que dure la temporada de recolección. A través de principios de apoyos sostenibles, se permite la producción de alimentos y su distribución en la comunidad, generándose estrategias de apoyo permanentes, para generar ingresos a este sector de la población. Que permitirán un abasto de alimentos a un sector poblacional y un apoyo financiero a otro.

Palabras clave: Agricultura apoyada por la comunidad, **Modelo de negocios, plan financiero y sector agrícola.**

Abstract. The Community-Supported Agriculture business model is focused on a financial plan, where consumers intervene directly with the farmer, financially supporting their activity before the growing season, allowing its capitalization, for the acquisition of supplies for planting. Where through quotas to future consumers, a fraction of the production will be exchanged at a future date during the time that the harvesting season lasts. Through sustainable support principles, the production of food and its distribution in the community is allowed, generating permanent support strategies to generate income for this sector of the population. That will allow a supply of food to one population sector and financial support to another.

Keywords: Community-Supported Agriculture, **Business model, financial plan y agrícola sector.**



1. Introducción

El modelo en cuestión busca en los lugares donde se realizan actividades rurales, generar la reactivación económica, en las comunidades agrícolas, para propiciar trabajos y producción de alimentos del campo necesarios en la sociedad, con bajos costos de capital: pues en este proyecto se busca que una sección la población se vuelque sobre los agros productores de la región, para generar un crecimiento económico local. Esperando generar un plan de trabajo local, donde los responsables de cada proyecto publiquen, los beneficios que van intrínsecos en el programa.

2. Metodología

El presente artículo corresponde a una investigación descriptiva, documental a manera de ensayo y no deriva de un proceso experimental. Habiéndose recolectado información de diversas fuentes bibliográficas, precisada por las características analizadas por el investigador según las necesidades analizadas.

3. Resultados y discusión

Ya que la magnitud del problema radica en la generación y conservación de un sector rural y su empleabilidad en la organización agrícola. Buscando se incremente la existencia de esta figura económica. Aunando la motivación a los trabajadores agrícolas a través del incremento de esta figura y hacer saber a los mismos, que pueden ser sustentables con la generación de ingresos como elemento indispensable y con un valor que aporta al proceso productivo agrario.

Modelo de Negocio Community-Supported Agriculture

La forma de organización entre producción y consumo denominada CSA (Community Supported Agriculture) en el mundo anglosajón se podrían traducir al castellano por “Agricultura Sostenida por la Comunidad” (ASC), y es un **modelo alternativo socioeconómico-político-ecológico-ético para producir, distribuir y consumir alimentos saludables para la tierra y todos los seres vivos.** (Asc, 2024)

En el sistema CSA, los agricultores venden «cuotas de membresía» a los consumidores antes de la temporada de cultivo. A cambio de esta inversión, los consumidores reciben una porción de los productos agrícolas producidos a lo largo de la temporada. Arraigado en los principios de apoyo mutuo y prácticas agrícolas sostenibles, el CSA ofrece una alternativa a los sistemas convencionales de producción y distribución de alimentos. En una CSA, los miembros de la comunidad se convierten en participantes activos en el proceso agrícola comprando acciones o membresías directamente del agricultor o cooperativa agrícola. Este modelo promueve la transparencia, la rendición de cuentas y un sentido de responsabilidad compartida, ya que los consumidores tienen un interés directo en el



éxito de la granja y la calidad de los alimentos que reciben. Además de las conexiones sociales que genera en la comunidad, este tipo de emprendimientos con impacto social fortalece el sistema alimentario local y promueve la administración ambiental, así como un sistema alimentario más sostenible. (Spoksnews.2023.)

Beneficios existentes del modelo en otros países

Iniciado en América en 1986, **los CSA son constelaciones de granjas locales, alimentos y personas que están unidas en una relación agraria por la salud de las personas y el planeta** y su creciente popularidad ha llamado la atención de los emprendedores. Se han iniciado muchos negocios de entrega de alimentos que afirman ser modelos de CSA alternativos y más eficientes, pero que simplemente reintroducen al intermediario en la economía local, que se interpone entre la granja y la gente. Brindando un servicio innovador al desvincular los centros productores y distribuidores, beneficiando a los intermediarios, estableciéndose vías y programas para impulsar la producción local de alimentos. (McFadden, 2024)

Con el nombre de Community Supported Agriculture (CSA). En la actualidad hay 4000 CSA en EE. UU.-. En Europa existen alrededor de 2800 asociaciones, que alimentan a más de 1,5 millones de personas. En Inglaterra, Bélgica, Italia o Alemania, hay alrededor de 100 iniciativas. En España 2000. (ASC,2024).

Modelos de negocios

Matiz (2016), define modelo de negocios a la “representación simplificada de la lógica del negocio, es decir, es la descripción de la forma como cada negocio ofrece sus productos o servicios a los clientes, como llega a estos, su relación con ellos y cómo la empresa gana dinero”.

En términos generales, es la forma en que una empresa opera para generar beneficios económicos, identificando quiénes son sus clientes, qué necesidades satisface, qué productos o servicios ofrece, cómo los ofrece, y cómo obtiene ingresos de esas actividades.

El modelo de negocio hace referencia a la “forma en la que un negocio hace dinero, entrega valor a los clientes; al mismo tiempo a la lógica de la compañía, es estático, no reflexivo, no es una descripción de la receta para el cambio y se centra en la oportunidad”. (Palacios y Duque, 2011)

Es por ello, que el termino anterior hace referencia a la manera en que se ofrece un plus de valor agregado por parte de un negocio, basándose en un producto o servicios ya ofertados, es por ello que el negocio evalúa los recursos con los que cuenta y segmenta su idealización de un futurismo sostenible.





Figura 1. Factores del modelo CSA

Fuente: Universidad Corporativa de Colombia (2021).

Para Perazzo (2012), el término de modelo de negocios se “origina bajo la forma en que el emprendimiento genera dinero, pasando por cómo un emprendimiento se hace de clientes, hasta pensarse en cómo el emprendimiento podría hacerse de dinero. La evolución de los negocios ha ido cambiando en forma exponencial en los últimos años”. En la figura 1, se observan los factores del modelo CSA involucrados en el modelo.

Elementos

De acuerdo con Alex Osterwalder & Yves Pigneur citado en EALDE (2016), los elementos de un modelo de negocio son los siguientes:

- Propuesta de valor. Trata de resolver problemas de los clientes y satisfacer las necesidades de estos, creando algo especial y único.
- Segmentación de clientes. Se le nombra de esta manera a los grupos o segmentos de personas a los que va dirigido el producto o servicio.
- Canales de distribución y comunicación. Medios por los cuales se delimita un lazo de comunicación en el cual se entregará la propuesta de valor.
- Relación con el cliente. La interacción con el público objetivo, es decir, mensaje a transmitir y como formar una relación sólida y duradera.
- Fuentes de ingreso. Descripción de cómo se pretende o se gana dinero, la manera en que se realizan las ventas.
- Recursos clave. Son los medios necesarios para ofrecer y entregar los elementos necesarios para la cadena de valor, a los que se les conoce como activos de la empresa.
- Actividades clave. Tareas y actividades de suma importancia que se realizan dentro de la organización para delimitar e implementar la propuesta de valor.
- Red de partners (socios estratégicos). Aliados estratégicos con los que el negocio tiene una relación directa y hasta cierto grado dependencia, proporcionan insumos o servicios clave.

- Estructura de costes. Gastos a los que la empresa se hace acreedora por los financiamientos realizados para llevar a cabo el plan de negocios, y delimitan el correcto funcionamiento financiero.

De la misma manera se distribuye por áreas de acción en las cuales un negocio debe trabajar, como se muestra en la siguiente figura 2;



Figura 2. Áreas de un modelo de negocios

Fuente: Elaboración propia. Tipos de modelo de negocios

La Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (2023), señala que existen diversos tipos de modelos de negocios entre los cuales podemos encontrar los siguientes;

1. Venta Directa. La empresa vende de manera directamente a sus consumidores finales, sin el apoyo de intermediarios.
2. Suscripción. Los clientes pagan una cuota por un periodo de tiempo y de esta manera, acceden a un catálogo de productos o servicios de manera remota, ejemplo de ello son las plataformas de streaming.
3. Publicidad. Se basa en generar ingresos a través de la exhibición de anuncios a los usuarios o consumidores, la mayor parte de estas acciones se hace por medio de redes sociales.
4. Freemium. Se ofrece una versión gratuita o básica de un producto o servicio con funciones limitadas, y los usuarios pueden pagar para acceder a funciones premium adicionales.
5. Marketplace. Existen empresas que actúan como intermediaria entre compradores y vendedores a los que se les conoce como mercados digitales, que a su vez cobran una comisión o tarifa por cada transacción realizada en la página.
6. Franquicia. Este modelo implica otorgar licencias de una marca y un sistema de negocio a terceros (franquiciados) a cambio de una tarifa inicial y regalías continuas.
7. E-commerce. Los negocios venden productos o servicios directamente a los consumidores a través de plataformas en línea.
8. B2B. Las empresas producen productos o componentes que se venden directamente a otras empresas para su uso en la fabricación de sus productos finales.

Las variables existentes en el modelo de agricultura sostenida establecen como se indica en la tabla 1, las condiciones de la propiedad, las características tecnológicas, socioeconómicas y los elementos de información, deben ser establecidos previamente.

Tabla 1. Variables consideradas para la adopción del modelo CSA

Caracterización de la producción y la propiedad rural	Caracterización tecnológica	Características socioeconómicas y condiciones del productor	Factores sistémicos
• Tamaño de la propiedad. • Localización. • Productividad por hectárea. • Distribución del uso del suelo. • Variabilidad del suelo.	• Percepción de la calidad ambiental. • Percepción de lucro. • Percepción de la importancia tecnológica. • Percepción de la calidad del producto. • Percepción del costo de producción. • Percepción de la reducción de aplicación de insumos. • Cultivos. • Maquinaria y equipos (cantidad y calidad). • Maquinaria y equipos de la AP propias.	• Edad. • Escolaridad. • Uso del computador. • Renta familiar. • Uso de aplicaciones en celular. • Experiencia. • Seguridad social. • Asociación / cooperativas.	Fuentes de información: • Consultores. • Extensión. • Internet. • Otros productores. • Ferias agropecuarias. • Revistas. Disponibilidad de recursos: • Humanos. • Financieros.

Apropiación de tecnologías de agricultura de precisión

Fuente: Universidad Cooperativa de Colombia (2021).

3.3 Propuesta de funcionamiento en la sociedad Texmeluquense

Cultura agrícola y recursos naturales de la región

De acuerdo con la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, la mayor cantidad de trabajadores que ganan solo un salario mínimo en Puebla son los que están de apoyo a actividades agrícolas, son 153 mil 639 personas que ganan no más de 248.93 pesos diarios, de acuerdo a (STPS, 2024). por lo cual la cultura agrícola representa gran parte del crecimiento económico de la región, como se puede ver en las siguientes figuras;

En la figura 3, se puede observar las diversas ocupaciones y su distribución porcentual dentro de la región de San Martín Texmelucan, donde el mayor nivel de población ocupada se centra en Apoyo en actividades agrícolas.



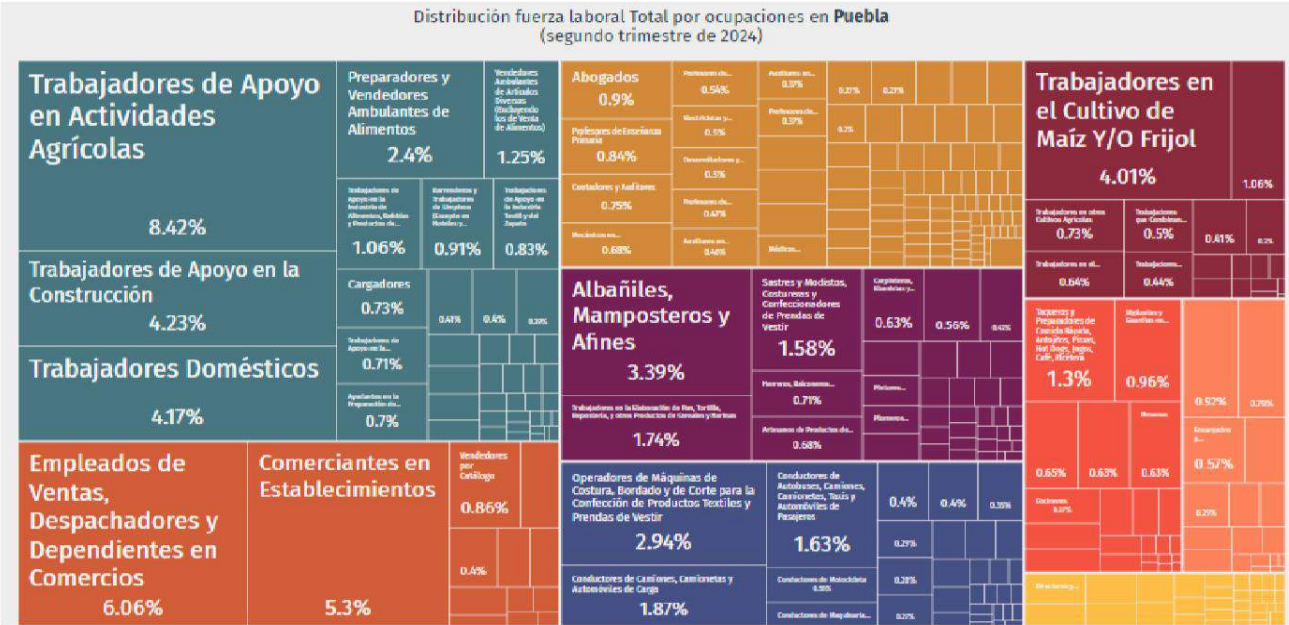


Figura 3 Porcentaje de población por ocupación

Fuente: secretaria de Economía (2024)

Canales de distribución locales

Los canales de distribución y ventas en la región de San Martín Texmelucan son diversos y se asocian con las actividades económicas y agrícolas de la zona. San Martín Texmelucan es una ciudad con diversos tipos de canales para la venta y distribución de diversos productos producidos en la región, entre los cuales de acuerdo con el H. Ayuntamiento de San Martín Texmelucan 2021-2024, destacan;

- ✓ Mercado Municipal de San Martín Texmelucan
Este es el principal centro de comercio donde se venden productos frescos y alimentos como frutas, verduras, carne, y productos agrícolas locales. Aquí tanto pequeños productores y agricultores locales comercializan sus cosechas directamente a los consumidores.
- ✓ Tianguis de San Martín Texmelucan
El tianguis semanal de San Martín Texmelucan es uno de los más grandes de la región y de México. Este mercado atrae no solo a compradores locales, sino también a comerciantes y clientes de otras zonas cercanas, como Puebla, Tlaxcala y la Ciudad de México.
- ✓ Productos Agrícolas y Ganaderos
San Martín Texmelucan también es una zona con tradición agrícola y ganadera, por lo que el comercio, trueque o cambio de productos como frutas, verduras, legumbres, cereales, hasta productos de origen animal, también se convierte en un canal para vender y generar ingresos para los comerciantes locales. (San Martín Texmelucan, 2024)



El modelo empresarial analizado, es una modalidad mercadotécnica de orden directo, que vincula a los consumidores transformados en accionistas con los productores agrícolas; donde mediante con las “acciones de la cosecha”, previas a la estación de cultivo, se realiza el compromiso de proporcionar a los integrantes de la comunidad sus cosechas de forma periódica; existiendo riesgos que se comparten (peligros asociados a las cosechas fluctuantes), pero también ventajas de la cosecha, reflejadas en precios accesibles para los inversores y provisión alimentaria durante el tiempo de cosecha.

En el sistema CSA, los agricultores venden «cuotas de membresía» a los consumidores antes de la temporada de cultivo. A cambio de esta inversión, los consumidores reciben una porción de los productos agrícolas producidos a lo largo de la temporada. Arraigado en los principios de apoyo mutuo y prácticas agrícolas sostenibles, el CSA ofrece una alternativa a los sistemas convencionales de producción y distribución de alimentos. En una CSA, los miembros de la comunidad se convierten en participantes activos en el proceso agrícola comprando acciones o membresías directamente del agricultor o cooperativa agrícola. Este modelo promueve la transparencia, la rendición de cuentas y un sentido de responsabilidad compartida, ya que los consumidores tienen un interés directo en el éxito de la granja y la calidad de los alimentos que reciben. Además de las conexiones sociales que genera en la comunidad, este tipo de emprendimientos con impacto social fortalece el sistema alimentario local y promueve la administración ambiental, así como un sistema alimentario más sostenible. (Spoksnews.2023.)

1. Conclusiones

En el sistema CSA, existen propuestas de beneficio social, donde las partes buscan obtener proporciones de ayuda, según lo analizado, se visualiza en otros países que hay porcentajes altos de empleo, considerando que existen impedimentos que se eliminan, como los revendedores e instituciones financieras que llegan a cobrar altas tasas de interés, haciendo incosteables las siembras estacionales. Proponer este modelo a agroproductores, generará opciones sustentables en la producción de alimentos a precios accesibles a los inversores en el proyecto, permitiendo en la región hacer accesibles los precios de mercado de las cosechas.

2. Referencias

ASC (2024). Qué es una ASC. <https://www.brotescompartidos.org/que-es-una-asc>

o Secretaría de Economía (2024).

<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico>

o Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales (2023) *****



- o Matiz (2016). Conceptos para el diseño de modelos de negocio.
https://www.academia.edu/32191969/CONCEPTOS_PARA_EL_DISE%C3%91O_DE_MODELOS_DE_NEGOCIO
- o McFadden, (2024). Desmitificando la agricultura apoyada por la comunidad.
<https://rodaleinstitute.org/es/blog/demystifying-community-supported-agricultur>
- o Osterwalder, Alex & Pigneur, Yve. Citado en EALDE (2016). El modelo de negocios y sus elementos. <https://www.ealde.es/modelo-negocio-elementos/#:~:text=De%20acuerdo%20a%20Alex%20Osterwalder,Segmentaci%C3%B3n%20de%20clientes>.
- o Palacios y Duque (2011). Modelos de negocio: propuesta de un marco para centros de productividad. file:///C:/Users/Mari/Downloads/Dialnet-ModelosDeNegocio-3776508%20(1).pdf
- o Perazzo (2017), Citado en Modelo de negocio. <https://rockcontent.com/es/blog/modelo-de-negocio/>
- o San Martín Texmelucan (2024).
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/san-martin-texmelucan>
- o Secretaría de Economía (2024).
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/mexico>
- o Spoksnews.(2023). 10 ideas de emprendimientos con impacto social.
<https://www.expoknews.com/10-ideas-de-emprendimientos-con-impacto-social/>
- o STPS, 2024. Citado en la Jornada de Oriente.
<https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/trabajadores-agricolas-ganan-un-salario-minimo/>
- o Universidad Corporativa de Colombia (2021). Las Variables consideradas para la adopción de un modelo CSA. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/5d9695b7-42ff-46e9-b74a-252e6d29247d/content>
- o INEGI (2024) Estadísticas a propósito del día internacional de las personas con discapacidad (datos nacionales).
https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2021/EAP_PersDiscap21.pdf
- o Plan municipal de desarrollo de San Martín Texmelucan (2011)
https://sanmartintexmelucan.gob.mx/transparencia/leyes/14_informesdisplegales/1%20PM%20San%20Martin%20Texmelucan.pdf
- o Universidad Interdisciplinaria de Emprendedores San Martin Texmelucan. (s/f). Data México.
<https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/institution/universidad-interdisciplinaria-de-emprendedores-san-martin-texmelucan>



Comunicación, factor crítico de éxito, en los procesos de implementación de innovación

García, Báez-Mary Tere¹, Sánchez, Olarte-Josset², Hernández, Ruiz-Haydee Margarita³

87. Posgrado Planeación Estratégica y Dirección de la Tecnología PEyDT, UPAEP, marytere.garcia@upaep.edu.mx
88. Estancias Posdoctorales por México para la Formación y Consolidación de las y los Investigadores por México CONAHCYT, josset.sanchez@smartin.tecnm.mx
89. Université de Poitiers, Francia, hchallas@poitiers.iae-france.fr

Resumen: Con el objetivo de identificar la literatura que se ha producido y consumido relacionado a la comunicación como factor crítico de éxito en los procesos de implementación de innovación e identificar algunos indicadores bibliométricos de producción, visibilidad o impacto y colaboración asociados a dichas palabras clave; a partir del 1976 a 2021. La metodología empleada toma una base de datos de 485 documentos proporcionados por Scopus, a través del análisis de los metadatos con los softwares: R Bibliometrix, Tableau y VOSviewer. Arrojando como resultados los principales autores, países, revistas, organizaciones y palabras clave. Se concluye que Estados Unidos es el mayor productor, Informática como el área preponderante y con una tendencia positiva de crecimiento, evidenciado en los documentos derivados de conferencias con una participación significativa y especializada para el tema de estudio. Asimismo, la comunicación, se cita a menudo en la bibliografía especializada como un factor que contribuye a una implementación exitosa, pero, no se detalla desde el objetivo de investigación, por lo tanto, genera una comprensión limitada del tema.

Palabras clave: análisis bibliométrico, comunicación, factor crítico de éxito, implementación, innovación.

Abstract: The objective of the study is to identify the literature that has been produced and consumed related to communication as a critical success factor in innovation implementation processes and to identify some bibliometric indicators of production, visibility or impact and collaboration associated with these keywords; from 1976 to 2021. The methodology used takes a database of 485 documents provided by Scopus, through the analysis of metadata with the following software: R Bibliometrix, Tableau and VOSviewer. The results showed the main authors, countries, journals, organizations and keywords. It is concluded that the United States is the largest producer, Informatics as the preponderant area and with a positive growth trend, evidenced in the documents derived from conferences with a significant and specialized participation for the subject of study. Likewise, communication is often cited in the specialized literature as a factor that contributes to a successful implementation, but it is not detailed from the research objective, thus generating a limited understanding of the topic.



Keywords: bibliometric analysis, communication, critical success factor, implementation, innovation.

1. Introducción

La comunicación es muy importante e inseparable del entorno organizacional (Puvanasvaran et al., 2009) la cual apoya implementaciones que van desde estrategias corporativas, organizacionales hasta funcionales (Steyn, 2003). Al mismo tiempo, Le Vassan (1994) ha subrayado que la comunicación eficaz es un activo añadido para que el sector organizacional funcione en la red económica. Sin embargo; uno de los retos a los cuales se enfrenta la implementación en las organizaciones es la comunicación la cual, debe ser transmitida y actualizada adecuadamente para que sea efectiva (Rudd et al., 2008).

Distintas variables, asociadas a la comunicación, pueden tener repercusiones en el proceso de implementación como son: modos de legitimación en los procesos de comunicación gestionados de forma interna (Huebner et al., 2008), apoyo de la administración (Worley & Doolen, 2006), compromiso de los altos directivos (Ali & Miller, 2017), aptitudes de los directores y supervisores en materia de comunicación, especialmente la capacitación y la realimentación (Alcaide-Muñoz et al., 2018), aseguramiento de que los cambios sean fácilmente aceptados e implementados por todos en todos los niveles, grado de compromiso, consciencia, entendimiento del concepto y el proceso de implementación (Puvanasvaran et al., 2009), arreglo estructural (Peng & Litteljohn, 2001), existencia de programas de comunicación, aspectos del entorno organizacional externo (Papadakis, 2005), políticas de comunicación (Appelbaum et al., 2000), escasa capacitación (Mozammel & Mapa, 2011; Venkatraman & Fahd, 2016; Huebner et al., 2008), o inclusive el uso de un lenguaje diferente en los diferentes niveles de competencia (Rogers, 2003).

Es así como el objetivo de la investigación es identificar la literatura que se ha producido y consumido relacionado a la comunicación como factor crítico de éxito en los procesos de implementación de innovación e identificar algunos indicadores bibliométricos como: producción, visibilidad o impacto y colaboración con la base de datos de datos de Scopus a partir del 1976 a 2021; a través de un análisis bibliométrico como metodología a seguir. Las fases están divididas en: 1) recolección de datos, 2) análisis de datos, 3) visualización de datos y 4) análisis e interpretación de resultados sugerida por Aria y Cuccurullo (2017). Para la recolección de datos se utilizó la base de datos descargada de Scopus, con el archivo .bib obteniendo un total de 485 documentos comprendidos en el periodo previamente mencionado. Posteriormente, para el análisis y visualización de datos se utilizaron las herramientas de R Bibliometrix, Tableau y vosViewer para obtener los indicadores bibliométricos e ilustraciones que permitan un mejor entendimiento.

La organización del documento se estructura primeramente con una revisión de literatura relacionada a la comunicación como factor crítico de éxito en los procesos de implementación, en



segundo lugar, se detalla la metodología, posteriormente los resultados y se finaliza con las conclusiones.

2. Delimitación contextual

Para dar cumplimiento al marco contextual se relaciona al objetivo del presente estudio, el cual parte de identificar la literatura que se ha producido y consumido relacionado a la comunicación como factor crítico de éxito en los procesos de implementación de innovación e identificar algunos indicadores bibliométricos como: producción, visibilidad o impacto y colaboración con la base de datos de datos de Scopus a partir del 1976 a 2021.

3. Metodología

Se toma la metodología propuesta por Aria y Cuccurullo (2017), en la que se recomienda un flujo de trabajo a partir del paquete R de Bibliometría (<http://www.bibliometrix.org>) ideal para la investigación cuantitativa. Sus características: código abierto, algoritmos estadísticos sustanciales y eficaces, acceso a rutinas numéricas de alta calidad, herramientas integradas de visualización de datos lo vuelve la opción preferible a otros lenguajes de programación. Las fases están divididas en: 1) recolección de datos, 2) análisis de datos, 3) visualización de datos y 4) análisis e interpretación de resultados.

Para la recolección de datos se utilizó la base de datos descargada de Scopus, con el archivo *.bib* obteniendo un total de 485 documentos comprendidos entre 1976 a julio de 2021 a partir de la búsqueda y resultados detallados en la Tabla 1.

Tabla 1. Ecuación y datos de inclusión de búsqueda en Scopus

Ecuación de búsqueda	Periodo	Idioma	Tipo de documento	Base de datos
(TITLE-ABS-KEY (implementation AND process) AND TITLE-ABS-KEY (communication) AND TITLE-ABS-KEY (innovation) AND TITLE-ABS-KEY (enterpri* OR business OR compan* OR firm*))	Todos los años (1976-2021)	Inglés	Todos	Scopus

Fuente: Elaboración propia



El tipo de documento para la revisión bibliométrica es dominante por un 55% los artículos, por otro lado, artículos y revisiones derivados de conferencia se ubican en una segunda posición con un 32% y en una tercera posición las revisiones de literatura con un 8%.

Tabla 2. Tipo de documento de búsqueda en Scopus

Tipo de documentos	Registros	Porcentaje
Artículo	267	55%
Libros	2	0%
Capítulo de libro	36	7%
Artículo de conferencia	116	24%
Revisión de conferencia	37	8%
Revisiones	24	5%
Otros	3	0%
Total	485	100%

Fuente: Elaboración propia con datos de R *Bibliometrix*

Posteriormente, para el análisis y visualización de datos se utilizaron las herramientas de R Bibliometrix, *Tableau* y *vosViewer* para obtener los indicadores bibliométricos e ilustraciones que permitan un mejor entendimiento.

4. Desarrollo

La implementación no es un tema popular entre muchos directivos dado que, suelen invertir en investigaciones de mercado y costosos servicios de consultoría externa, tratando de desarrollar los planes estratégicos que llevarán a sus empresas a un futuro próspero; donde dichas inversiones, los resultados esperados, con frecuencia, no se materializan. En ocasiones, la causa es un fallo en la implementación, los procesos internos y los eventos necesarios para dar vida a una estrategia. La implementación, es un enigma y una fuente de frustración en muchas empresas (Noble, 1999). Relacionado a lo anterior, autores afirman que la tasa de fracaso en los esfuerzos de implementación de estrategias se encuentra entre el treinta y el setenta por ciento (Cândido & Santos, 2015).

El objetivo de la investigación realizada por Cândido y Santos (2019) fue responder la siguiente pregunta: ¿Cómo se relacionan los obstáculos en la implementación de la estrategia entre sí y cómo afectan en la implementación de la misma? a través de una metodología cualitativa, una amplia revisión de la bibliografía y un análisis de estudio de casos. Dentro de las conclusiones la primera destaca que, los distintos obstáculos que afectan al proceso de aplicación de la estrategia pueden interactuar y estar fuertemente interrelacionados de forma dinámica y compleja. Además, los obstáculos pueden provocar y reforzar otros obstáculos, formando largas cadenas de bloqueos. El



valor de la investigación radica en que sigue siendo una asignatura compleja la implementación de estrategias donde el éxito es improbable. Es así como el artículo contribuye a explicar por qué fracasan los esfuerzos al implementar estrategia; siendo uno de los pocos trabajos que abordan la cuestión de las relaciones entre los obstáculos a la implantación de la estrategia. Se identificaron 22 obstáculos específicos y se compararon con la lista de 65 obstáculos, previamente compilada a partir de la revisión de la literatura. Las pruebas recogidas en el estudio de caso sugieren que la aparición de un obstáculo probablemente generará otro impedimento relacionado, que a su vez puede generar otro y otro, dando lugar a una cadena de obstáculos, que actúan juntos y se refuerzan mutuamente (Cândido & Santos, 2019).

A partir del estudio de caso se combinaron los obstáculos existentes en la organización con los resultados obtenidos de la revisión de literatura, destacando los relacionados a comunicación y percepciones. Entre los obstáculos relacionados a comunicación y percepciones son compartidos por al menos dos de las cadenas. Las tres cadenas comienzan con los obstáculos relacionados a comunicaciones y percepciones. Aunque la representación de las relaciones entre los obstáculos es, en este caso, lineal y secuencial, es posible que se produzcan otros tipos de relaciones, en otros contextos. Los autores mencionan que la mayoría de estas cadenas siguen siendo poco conocidas y una cuestión importante para los investigadores es si existen patrones comunes de obstáculos que puedan identificarse. Lo cual se trata de un hallazgo importante, ya que la aparición de secuencias de obstáculos, vinculados entre sí en cadenas de causalidad que se refuerzan, es una posibilidad que no se ha investigado en la bibliografía haciéndola poco conocida. Esta mayor complejidad dificulta a los directivos la gestión de los obstáculos y las cadenas que forman, y hace hincapié en la necesidad de que la dirección asuma una actitud preventiva, en lugar de una solución reactiva al problema (Cândido & Santos, 2019).

La comunicación organizacional es un elemento implícito en los procesos de implementación de estrategias (Peng & Litteljohn, 2001). El poder integrador de la comunicación desempeña un papel crucial en los procesos que conducen hacia las decisiones sobre la acción y la implementación de estrategias (Zerfaß, 1996). Dentro de la implementación de sistemas, Mendel (1999) asegura que una comunicación sólida a lo largo de las distintas fases del proceso de implementación del sistema Enterprise Resource Planning, ERP, es esencial para que los empleados entiendan lo que está ocurriendo en el proyecto, por qué es necesario el cambio y cómo beneficiará el proyecto a la organización. Asimismo, para Badiru (1988), la comunicación es un requisito indispensable para la cooperación de los empleados en la implementación exitosa de cualquier sistema.

Dentro de las investigaciones realizadas en los procesos de implementación se han estudiado dado diferentes contextos, herramientas, metodologías, modelos, propósitos y, sobre todo, con diferentes resultados, en los cuales consideran crucial la comunicación para llevar una implementación exitosa, convirtiéndose así en una variable relevante a estudiar.



Ngai et al. (2008) presenta una revisión bibliográfica de los Factores Críticos de Éxito FCE en la implementación de un ERP en 10 países/regiones diferentes. Los 18 CSFs, con más de 80 subfactores, para la implementación exitosa de ERP revelan a la comunicación como uno de los factores de mayor frecuencia. En estos 18 CSF, se ubica la comunicación como uno de los más citados. Donde las cuestiones de comunicación en la implementación del ERP parecen ser ampliamente recomendadas en los Estados Unidos y Europa.

Aunado a lo anterior, la bibliografía indica que tres factores sociales clave: liderazgo fuerte y comprometido, una comunicación abierta y honesta y un equipo de implementación equilibrado y capacitado son condiciones o precursores necesarios para el éxito de la implementación de un ERP. En un estudio de casos longitudinal y positivista, se descubrió que, aunque los tres facilitadores pueden contribuir al éxito de la implementación de la ERP, sólo un liderazgo fuerte y comprometido puede establecerse empíricamente como condición necesaria. Sin embargo, existe una brecha para los investigadores futuros en resolver las aparentes contradicciones entre la literatura existente y los resultados del análisis, en la cual se contemple la realización de un reexamen interpretativo de los supuestos racionalistas que subyacen en gran parte de la literatura existente sobre la implementación de sistemas ERP (Sarker & Lee, 2003).

García-Sánchez y Pérez-Bernal (2007) con el objetivo de definir los Factores Críticos de Éxito, FCE, más importantes que influyen en la implementación de un ERP. Como resultado de una revisión bibliográfica se identificaron 14 Factores Críticos de Éxito. Posteriormente, se desarrolló una encuesta de experiencia para revisar si las listas de los FCE eran importantes y relevantes para empresas mexicanas. Entre los que se señala la comunicación efectiva y la comunicación inter departamental.

Dando continuidad a la implementación de ERPs, Ko et al., (2005) a partir de la literatura sobre transferencia de conocimientos, sistemas de información y comunicación, se desarrolla un modelo teórico integrado donde se postula que la transferencia de conocimientos está influida por factores relacionados con el conocimiento, la motivación y la comunicación. Los datos se recogieron a partir de muestras de pares de consultores y clientes de 96 proyectos de implementación de ERP. Concluyendo que los factores relacionados con el conocimiento, la motivación y la comunicación influyen en la transferencia de conocimientos desde los antecedentes de la transferencia de conocimientos de los consultores a los clientes en el contexto de la implementación de sistemas de información complejos entre empresas.

En lo que concierne a las implicaciones para la gestión la comunicación comprende la relación entre la competencia de codificación de la comunicación y la transferencia de conocimientos la cual está mediada por la comprensión compartida. Sugiriendo que ciertas capacidades del consultor como: expresar sus ideas con claridad, tener un buen dominio del lenguaje y ser fácilmente comprendido por el cliente, para la transferencia exitosa de conocimientos relacionados con el ERP, con la



importancia que refiere el desarrollo de una comprensión compartida. Dado que, uno de los objetivos de los clientes empresariales es adquirir conocimientos relacionados con el ERP para poder mantener y operar los sistemas independientemente de los consultores, es posible que los clientes consideren que la competencia de codificación de los consultores es importante para superar las barreras de conocimiento resultantes de la estructura asimétrica. Esto tiene importantes implicaciones, la estructura asimétrica del conocimiento para la asignación de consultores específicos a un proyecto (Ko et al., 2005).

Dezdar y Ainin (2011) examinan los factores organizativos, entre ellos la comunicación como uno de los factores que influyen en el éxito de la implementación de un ERP. El artículo detalla ciertos cómo, en específico relacionado a la comunicación. Los resultados indican que la alta dirección de las empresas debe prestar pleno apoyo y compromiso con el proyecto para que el sistema tenga éxito. Al mismo tiempo, la dirección debe garantizar que los planes se comuniquen y sean comprendidos por toda la empresa. A pesar de que las dimensiones de éxito de la implementación del ERP se midieron utilizando medidas subjetivas y de percepción los resultados en un contexto específico, Irán, ayudan a las empresas que planean implementar un ERP a elaborar estrategias para garantizar el éxito de la implementación.

El COVID-19 ha creado una necesidad urgente de reorganización y de planificación del aumento de la actividad, evidenciado en el sector salud. En lo que respecta a los departamentos de cirugía de los Estados Unidos se revisó el proceso de planificación de COVID-19 y de los productos de trabajo en preparación para un aumento de pacientes. Para ello se presentaron los cambios organizativos y de procesos, el rediseño del flujo de trabajo y los planes de comunicación. Señalando la necesidad de implementar un plan de comunicación claro desde el principio y la necesidad de solicitar la opinión de los alumnos, el personal y el profesorado. De la misma manera, una reorganización departamental y del sistema sanitario para adaptar las prácticas quirúrgicas académicas a una crisis generalizada. El liderazgo quirúrgico, la innovación y la flexibilidad son fundamentales para el éxito de la planificación y la implementación (Brethauer et al., 2020).

Brethauer et al. (2020) asegura que debe existir una comunicación clara y frecuente, flexibilidad y planificación cuidadosa. Si bien, es necesario un sentido de urgencia, enfoque reflexivo y de colaboración entre los dirigentes de todos los niveles, dará lugar a políticas que ayuden al profesorado a superar con seguridad esta crisis.

Asimismo, la investigación realizada por Kravchenko et al. (2020) se discute sobre la implementación de la gestión del proceso pedagógico innovador en las Instituciones de Educación Superior, IES, esta tecnología se lleva a cabo mediante una comunicación de tipo creativo, que está tiene como objetivo:relajar los estereotipos en la actividad del profesor a través de la toma de conciencia de las contradicciones existentes; identificar las causas de las contradicciones y su dependencia de la propia actividad del profesor; encontrar soluciones a estas contradicciones; construir nuevas



actividades para resolverlas. Sobre la comunicación se detalla que puede cumplir las siguientes características: dialógica, centrada en el grupo, colectiva, realizada en forma de debates, seminarios y reuniones del departamento, con alta disposición de los profesores a participar en las comunicaciones.

Cabe destacar que las principales funciones de la interacción comunicativa es lograr una comunidad colectiva manteniendo la individualidad de cada participante. Del mismo modo, existen otras cualidades de la comunicación dependiendo del nivel en el plan de organización del proceso innovador. En el primer nivel la comunicación es informativa donde su principal tarea es promover el sentimiento de insatisfacción del profesor con el trabajo del equipo, su incoherencia con los requisitos modernos, la conciencia de las contradicciones entre las actividades existentes y los requisitos que se le imponen. La segunda etapa de la comunicación pretende identificar las causas de las contradicciones. Como resultado, los profesores son conscientes de que es posible resolver las contradicciones cambiando su propia actividad. El tercer y cuarto nivel se lleva a cabo según el mismo plan. El contenido de las comunicaciones del tercer nivel es el análisis de las actividades de los colegas y la introspección. El resultado es un alto nivel de reflexión, los profesores son capaces de identificar las contradicciones, sus causas y formas de resolver estas marcadas contradicciones. La comunicación de la cuarta etapa se caracteriza por el hecho de que se buscan formas de realizar actividades que cumplan las nuevas normas (Kravchenko et al., 2020).

Por su parte Hiltunen et al. (2021) con el afán de conocer cómo surge la estandarización en la innovación de gestión en una gran organización, estudiando la construcción y conducción de un conjunto de herramientas de gestión en una empresa europea de telecomunicaciones. Contribuyendo a la investigación sobre la innovación en la gestión al destacar la planificación y la coordinación en la introducción, así como la adopción con éxito de la innovación en la gestión estandarizada. La planificación de las comunicaciones, el establecimiento de plazos alcanzables y la elección de los ejecutores adecuados son aspectos importantes de la implementación.

Como resultado de la investigación realizada por Leopold (2019) sugiere que se debe entender siete cuestiones cuando se diseñan conceptos de gestión de la innovación en una organización en general, especialmente cuando se utilizan las herramientas de los medios sociales en las empresas. La disponibilidad y la utilidad de los recursos donde los recursos para la transformación de conocimientos son tangibles, como fondos, herramientas, infraestructuras, procesos y estructuras definidas; o intangibles, como el tiempo, la calidad del trabajo, etc. Para abordar los recursos necesarios de la empresa, la información y funciones de filtro para una comunicación eficaz con la dirección son funciones esenciales. Se debe agregar la necesidad de mecanismos para proteger el acceso a la información, sin poner en peligro la facilidad de uso y la motivación de los empleados y que se siga apoyando el proceso de innovación del intercambio de información. La forma en que se proporciona la información para su posterior acceso es clave. De la misma manera, apoyar y formar



continuamente a los empleados para describir y comunicar la información, para que se beneficien de la innovación y el intercambio de conocimientos, respetando la seguridad de los datos y garantizando una comunicación permanente entre la dirección y el nivel de trabajo.

Por su parte, Adhikari et al., (2019) con el objetivo de investigar la implementación de las reformas contables del sector público en las economías emergentes, tomando como ejemplo Egipto, Nepal y Sri Lanka, obtiene como resultado el diagnóstico de las características personales de los empresarios y directivos. Confirmaron la prioridad de la motivación de logro en los empresarios, manifestada en la propensión al riesgo; así como revelaron especificidades de los procesos de inteligencia y comunicación, necesarios para el éxito de la actividad empresarial. La percepción de la superioridad de la norma ha hecho que se resten importancia a otros aspectos de la trayectoria de difusión, que podrían anular su implementación, por ejemplo, la comunicación con los adoptantes (contables y administradores de la administración pública), su compromiso en el proceso y la constatación de las complejidades técnicas.

Los contadores públicos que participan en la práctica contable cotidiana no saben si la adopción de la norma es una mejora o un retroceso. Las reformas de la contabilidad del sector público en Egipto se caracterizan por un proceso de agrupación y su implementación se ha visto obstaculizada por la falta de un grupo cualificado que actúe como límite, la disparidad entre los miembros del grupo cualificado y los contables ordinarios en términos de beneficios y privilegios, la ausencia de agentes de cambio (por ejemplo, contables profesionales) y la limitación de los flujos y redes de comunicación interorganizativos. En la investigación se hace hincapié en la necesidad de tener en cuenta el contexto específico de las economías emergentes, incluyendo la estructura de poder, las redes informales y los flujos de comunicación y la complejidad de las reformas antes de la difusión de las mejores prácticas (Adhikari et al., 2019).

La multimorbilidad y la polifarmacia, asociada a ella, contribuyen a aumentar los efectos adversos de los medicamentos, las hospitalizaciones y el gasto sanitario. McIntosh et al., (2018) con el propósito de abordar que existe en relación con la gestión de la polifarmacia en la Unión Europea (UE); por qué se desarrollaron o no programas; y cómo se desarrollaron, implementaron y mantuvieron las iniciativas identificadas. Se identificaron iniciativas de polifarmacia en cinco regiones: Cataluña, Baja Sajonia, Irlanda del Norte, Escocia y Uppsala incluyéndose todos los entornos asistenciales.

Las constantes en implementación de las iniciativas de gestión de la polifarmacia fueron: soluciones adaptadas localmente, cultura organizativa que apoye la innovación y el trabajo en equipo, formación adecuada del personal, equipos multidisciplinarios, cambios en el flujo de trabajo, redefinición de las funciones y responsabilidades de los profesionales, políticas y legislación que apoyen la iniciativa, y sistemas de gestión de datos y de información y comunicación que ayuden al desarrollo y la implementación. Dependiendo del entorno, se consideran facilitadores o barreras para la



implementación (McIntosh et al., 2018).

La revisión de literatura de Power (2005) relacionada a la integración e implementación de las prácticas de gestión de la cadena de suministro desde la perspectiva estratégica; la literatura se aborda desde tres vertientes: 1) integración de la cadena de suministro abarca las cuestiones relativas a la integración de los procesos básicos a través de los límites de la organización mediante la mejora de la comunicación, asociaciones, alianzas y cooperación; 2) estrategia y planificación examinan la gestión de la cadena de suministro como una cuestión estratégica para los socios comerciales, junto con los factores relacionados con la cantidad de planificación necesaria y 3) cuestiones relativas a la implementación desde los factores críticos para el éxito de la implementación, así como a las cuestiones específicas de los aspectos inter e intraorganizacionales de las iniciativas de la cadena de suministro. Dentro de la revisión relacionada a comunicación se abarca lo propuesto por Hammant y Fisher (1997) y el modelo SCOR. Para los autores uno de los factores críticos de éxito es sobre las comunicaciones coherentes y preventivas. Por su parte, el modelo SCOR como una plataforma para comunicación entre socios comerciales que no requiere formación o conocimientos especializados.

Lean, filosofía de gestión centrada en la identificación y eliminación de los residuos en todo el flujo de valor de un producto, que se extiende no sólo dentro de la organización, sino también a lo largo de la red de la cadena de suministro de la empresa. Enumerando beneficios como: reducción de los residuos y el aumento de la comunicación y la integración de la organización y la cadena de suministro. Pese a ello, la implementación plantea retos como la transparencia de la información necesarios para garantizar su éxito. A partir de la descripción de dos proyectos de implementación de Lean, uno exitoso y otro no, en la misma empresa: un fabricante mundial de máquinas y equipos de procesamiento de alimentos se identifican los principales criterios y condiciones que condujeron al fracaso o al éxito lean (Scherrer-Rathje et al., 2009).

Resultados relacionados a la investigación obtenido a través de la reflexión de los directivos y de los empleados sobre la iniciativa, con el fin de entender mejor las razones del fracaso del proyecto se descubrió que el enfoque de implementación ascendente del proyecto Lean produjo un efecto en cascada de problemas, como la falta de compromiso de la alta dirección, la falta de autonomía del equipo y la falta de comunicación organizativa de -y de interés en- Lean (Scherrer-Rathje et al., 2009).

El hecho de que los directivos escucharan a los empleados y no tuvieran miedo de hacer cambios en los planes iniciales también contribuyó al éxito de Lean. Sin embargo, cuando el jefe de Tecnologías de la Información TI y procesos, le preocupaba que, al comunicar sólo a los empleados de la fábrica, se abandonara el proyecto de optimización general a medida que el proyecto continuara avanzando. Al percibir la creciente frustración y considerar cómo podría afectar al éxito de este proyecto, los directivos re-evaluaron este enfoque de comunicación por lo que cambió por



la divulgación abierta de los objetivos tácticos y estratégicos. Si los directivos no hubieran tomado medidas correctivas en el segundo proyecto, la realización de reuniones mensuales de Lean y la comunicación de los resultados a los empleados, no estamos seguros de que Machinery Inc. hubiera tenido éxito (Scherrer-Rathje et al., 2009).

Los resultados de Stockdale et al. (2018) tienen implicaciones para las estructuras de liderazgo que apoyan la mejora de la calidad y sugieren que la preparación básica para la implementación del consejo de calidad la cual requiere primero, establecer la comunicación y la coordinación entre las disciplinas. Los centros que carecen de una comunicación y coordinación interdisciplinaria funcional pueden requerir un tiempo adicional de puesta en marcha y apoyo a la facilitación del consejo de calidad. Los objetivos planteados eran los siguientes: (a) Evaluar el elemento de diseño implementación, (b) describir implementación, barreras y facilitadores, y (c) evaluar la finalización y difusión del proyecto de mejora de la calidad con éxito.

Price y Chahal (2006) definieron un marco estratégico de la gestión del cambio: un proceso de seis pasos elaborado a partir de la revisión de la literatura, las entrevistas, los estudios de casos y las lecciones aprendidas de un proceso de cambio en vivo. El cuarto paso aborda la comunicación y compromiso de los trabajadores en el que el equipo de implementación no sólo debe identificar los grupos, secciones o departamentos en los que repercutirá el cambio, sino que también debe considerar el impacto sobre los individuos. Para implementar los cambios con eficacia, el equipo de implementación debe comprender la secuencia de sentimientos que experimentan los individuos cuando se enfrentan al cambio, ya que estos sentimientos influyen en sus acciones posteriores. A partir del conocimiento de estos sentimientos explicarán gran parte del comportamiento del individuo, haciendo que la implementación sea menos imprevisible. Posteriormente, deben establecerse y mantenerse abiertos nuevos canales de comunicación para evitar el aislamiento de sectores de la plantilla: todos deben tener acceso al equipo para hablar de sus preocupaciones. Asimismo, el equipo de implementación debe trabajar con y junto a los empleados durante todo el proceso y no limitarse a imponer el proceso de cambio. Un alto grado de consulta y participación de los trabajadores debe comenzar lo antes posible y continuar durante la fase de implementación y evaluación. De este modo, se reducirá la resistencia encontrada durante la fase de implementación.

Añadiendo al creciente interés por las dimensiones comunicativas de los procesos de cambio planificados en las organizaciones, todavía no ha surgido en la literatura un tratamiento teórico exhaustivo de la comunicación para la implementación del cambio. La investigación ofrece una solución inicial al presentar un modelo situado dentro de la teoría de las partes interesadas conectando la selección de estrategias de comunicación por parte de los implementadores, las preocupaciones de las partes interesadas, las evaluaciones y las interacciones con 3 características críticas del sistema observable una vez iniciada la implementación (fidelidad, uniformidad y autenticidad). Los vínculos del modelo se apoyan en estudios actuales y recientes sobre



comunicación y cambio, y se generan proposiciones e hipótesis para proporcionar valor heurístico. Donde uno de los resultados más importantes relacionado con la comunicación de los procesos de comunicación del cambio es la autenticidad (Lewis, 2007).

Christensen et al. (2009) menciona que para la implementación de Comunicaciones Integradas los retos que limitan la implementación están relacionados a cuestiones epistemológicas de organización y comunicación. Las comunicaciones integradas presentan una paradoja para la gestión contemporánea de la comunicación. Por un lado, la integración parece ser la forma más lógica de gestionar las comunicaciones en un mundo complejo de audiencias múltiples y críticas. Pese a ello la integración en las comunicaciones está al mismo tiempo fuera de alcance, si se contempla el proceso completo de la comunicación. El valor de la investigación plantea la necesidad de adaptar los ideales de lo que es la comunicación integrada a lo que la integración puede hacer a una organización y a sus comunicaciones.

En la Tabla 1 se integran los resultados asociados a diferentes autores, implementaciones y aportaciones relacionadas a la comunicación como factor crítico de éxito. Cabe señalar, que dentro del objetivos de la investigación analizadas no se plantea como el propósito el estudio de la comunicación en los procesos de implementación de innovación pese a ello; se encuentra como constante en diferentes contextos, implementaciones, países, economías, organizaciones y sectores.

Tabla 3. Comunicación factor crítico de éxito en los procesos de implementación

Autor	Implementación	Aportación relacionada a la comunicación como factor crítico de éxito
Ngai et al. (2008)		Comunicación, uno de los 18 CSF más citados.
Sarker y Lee, (2003)		Comunicación como uno de los factores sociales necesarios para el éxito.
García-Sanchez y Perez-Bernal (2007)		Entre los factores críticos de éxito se señala la comunicación efectiva y la comunicación inter departamental.
Ko et al. (2005)		Competencia de codificación, capacidades del consultor relacionadas a expresar sus ideas con claridad, tener un buen dominio del lenguaje y ser fácilmente comprendido por el cliente, para la transferencia exitosa de conocimientos relacionados con el ERP.



Dezdar y Ainin (2011)	ERP	Comunicación como factor clave, en el cual la dirección debe garantizar que los planes se comuniquen y sean comprendidos por toda la empresa.
Kim, et al. (2011)	ISO 9000	Diez factores críticos de éxito: liderazgo; formación; participación de todos; recursos de la organización; cultura orientada a la calidad; enfoque basado en el cliente; enfoque centrado en el proceso; comunicación y trabajo en equipo; personalización de los requisitos de la ISO; auditoría de calidad.
Brethauer et al. (2020)	Re organización y planificación	Planes de comunicación clara y frecuente desde el principio así como la consideración de la opinión de los alumnos, personal y profesorado.
Kravchenko et al. (2020)	Proceso pedagógico	Comunicación de tipo creativo con el objetivo de relajar los estereotipos en la actividad del profesor. Comunicación dialógica, centrada en el grupo, colectiva, realizada en forma de debates, seminarios y reuniones y con alta disposición de los profesores a participar en las comunicaciones.
Hiltunen et al. (2021)	Herramienta de gestión	La planificación de las comunicaciones, el establecimiento de plazos alcanzables y la elección de los ejecutores adecuados son aspectos importantes de la implementación.
Leopold (2019)		Además de la disponibilidad y la utilidad de los recursos tangibles e intangibles es necesario la información y funciones de filtro para una comunicación eficaz con la dirección, son funciones esenciales.
Adhikari et al. (2019)	Reforma contable	Necesidad de tener en cuenta el contexto específico de las economías emergentes, estructura de poder, redes informales y flujos de comunicación y la complejidad de las reformas antes de la difusión de las mejores prácticas.
McIntosh et al. (2018)	Programa	Como constante en la implementación entre los que se considera son: sistemas de gestión de datos y de información y comunicación que ayuden al desarrollo y la implementación.
Power (2005)		Comunicaciones coherentes y preventivas. Por su parte, la plataforma SCOR para comunicación entre socios comerciales que no requiere formación o conocimientos especializados.
Scherrer-Rathje et al. (2009)		Los directivos escucharon a los empleados y no tuvieron miedo de hacer cambios en los planes iniciales, también la comunicación de los resultados a los empleados, contribuyó



	Prácticas de gestión	al éxito de Lean.
Forza y Salvador (2001).		El éxito de la implementación de muchas de las mejores prácticas de gestión (just-in-time, gestión de la calidad total, ingeniería concurrente, etc.) depende en gran medida de una adecuada comunicación organizativa y gestión de la información.
Stockdale et al. (2018)	Consejo	Para establecer primero el consejo de calidad se necesita establecer la comunicación y la coordinación entre las disciplinas dado que de no realizarse requiere un tiempo adicional de puesta en marcha.
Price y Chahal (2006)	Cambio	Establecerse y mantenerse abiertos nuevos canales de comunicación para evitar el aislamiento de sectores de la plantilla: todos deben tener acceso al equipo para hablar de sus preocupaciones. El equipo de implementación debe trabajar con y junto a los empleados durante todo el proceso y no limitarse a imponer el proceso de cambio. Alto grado de consulta y participación de los trabajadores debe comenzar lo antes posible.

Fuente: Elaboración propia.

El éxito del proceso de implementación es fundamental para obtener las ventajas económicas y competitivas que ofrece la innovación pese a ello; no se sabe lo suficiente sobre el proceso de implementación, ya que muchos de los esfuerzos de las empresas son un fracaso total o parcial (Linton, 2002). La comunicación, se cita a menudo en la bibliografía especializada como un factor que contribuye a una implementación exitosa, pero, como se puede observar en la Tabla 1 no se detalla desde el objetivo de investigación, por lo tanto, genera una comprensión limitada del tema.

5. Conclusiones

El propósito de la investigación fue identificar la literatura que se ha producido y consumido relacionado a la comunicación como factor crítico de éxito en los procesos de implementación de innovación e identificar algunos indicadores bibliométricos de producción, visibilidad o impacto y colaboración asociados a dichas palabras clave; a partir del 1976 a 2021 con un total de 485 documentos a través, de la metodología de Análisis Bibliométrico propuesto por Aria & Cuccurullo (2017). Arrojando como resultados los principales autores, países, revistas, organizaciones y palabras clave.



Se concluye que Estados Unidos es el mayor productor, donde el único país de América Latina que se ubica en el Top 10 es Brasil con un total de citaciones de 119, un 3.68% comparado con el liderazgo de Estados Unidos. Sin embargo, si esto se compara con las afiliaciones según el número de publicaciones, la Universidad de Aveiro de Portugal encabeza la lista; asimismo Tailandia y Malasia generan una aportación considerable a pesar de no estar en los diez países más citados y con mayor producción.

Por su parte, Informática se ubica como el área preponderante, pero con participación significativa desde: Medicina, Ciencias de la Decisión, Ciencias del Medio Ambiente y Matemáticas. y con una tendencia positiva de crecimiento.

Respecto a los autores que han tenido presencia en la actualidad e importancia, dado el número de citaciones son: Chen T.F., h-index de 41 y Roberts, A.S., h-index de 13 tienen artículos dentro de los más citados, así como en los más recientes. Es sustantivo señalar que, de la producción total de artículos, 11 autores tienen dos y los restantes 1, es decir la gran mayoría tiene una producción similar para el objetivo de investigación presentado.

Por medio de la Ley Bradford se categorizan las revistas especializadas se detecta que en la Zona 1 existen documentos derivados de Conferencias como las especializadas, lo que pudiese justificar la tendencia de crecimiento en el análisis de producción proyectado a 30 documentos para los próximos tres años.

Asimismo, la comunicación, se cita a menudo en la bibliografía especializada como un factor que contribuye a una implementación exitosa, pero, no se detalla desde el objetivo de investigación, por lo tanto, genera una comprensión limitada del tema. La investigación planteada contribuirá a la exploración de las variables asociadas a comunicación en la implementación, otorgando un marco a explorar en futuras investigaciones para una correcta comunicación en la implementación de innovación en las organizaciones considerando determinantes clave como: procesos de aprendizaje, enseñanza, modelos de negocios, relaciones públicas, gobierno corporativo, emprendimiento, stakeholders, administración de la información, intercambio de conocimiento, aprendizaje organizacional, sector público, cibernética, proceso de negocios, eficiencia, industria, economía industrial, mejora de la calidad, sustentabilidad, hospitales, gobierno, medio ambiente, educación, telemedicina, aprendizaje, inteligencia artificial, administración de sistemas de información y adopción.

6. Referencias

- o Ali, M. K. A., & Xianjun, H. (2015). Improving the tribological behavior of internal combustion engines via the addition of nanoparticles to engine oils. *Nanotechnology Reviews*, 4(4), 347–358.



- o Francis, R., Joy, N., Aparna, E. P., & Vijayan, R. (2014). Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: A review. *Polymer Reviews*, 54(2), 268–347.
- o Massarotti, V., Capsoni, D., Bini, M., Altomare, A., & Molitemi, A. G. (2008). X-ray powder diffraction ab initio structure solution of materials from solid state synthesis: The copper oxide case. *Zeitschrift fur Kristallographie - New Crystal Structures*, 213(5), 259–265. <https://www.degruyter.com/view/journals/zkri/213/5/article-p259.xml>
- o Adhikari, P., Kuruppu, C., Ouda, H., Grossi, G., & Ambalangodage, D. (2019). Unintended consequences in implementing public sector accounting reforms in emerging economies: evidence from Egypt, Nepal and Sri Lanka. *International Review of Administrative Sciences*, 0020852319864156.
- o Alcaide-Muñoz, C., Bello-Pintado, A., & de Cerio, J. M. D. (2018). Manufacturing strategy process: the role of shop-floor communication. *Management Decision*.
- o Ali, M., & Miller, L. (2017). ERP system implementation in large enterprises—a systematic literature review. *Journal of Enterprise Information Management*.
- o Appelbaum, S. H., Gandell, J., Yortis, H., Proper, S., & Jobin, F. (2000). Anatomy of a merger: behavior of organizational factors and processes throughout the pre-during-post-stages (part 1). *Management decision*.
- o Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, 11(4), 959-975.
- o Badiru, A. B. (1988). Successful initiation of expert systems projects. *IEEE Transactions on Engineering Management*, 35(3), 186-190.
- o Cândido, C. J., & Santos, S. P. (2019). Implementation obstacles and strategy implementation failure. *Baltic Journal of Management*.



- o Christensen, L. T., Firat, A. F., & Cornelissen, J. (2009). New tensions and challenges in integrated communications. *Corporate Communications: An International Journal*.
- o Dezdar, S., & Ainin, S. (2011). The influence of organizational factors on successful ERP implementation. *Management Decision*.
- o Forza, C., & Salvador, F. (2001). Information flows for high-performance manufacturing. *International Journal of Production Economics*, 70(1), 21-36.
- o Garcia-Sanchez, N., & Pérez-Bernal, L. E. (2007). Determination of critical success factors in implementing an ERP system: A field study in Mexican enterprises.
- o Huebner, H., Varey, R., & Wood, L. (2008). The significance of communicating in enacting decisions. *Journal of Communication Management*.
- o Hiltunen, E., Palo-oja, O. M., & Perkkiö, M. (2021). Creating and Implementing Standardized Management Innovation in a Large Organization. *South Asian Journal of Business and Management Cases*, 10(1), 77-87.
- o Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. *PNAS*, 102(46), 16569–16572. <https://doi.org/10.1073/pnas.0507655102>
- o Huebner, H., Varey, R., & Wood, L. (2008). The significance of communicating in enacting decisions. *Journal of Communication Management*.
- o Kim, D. Y., Kumar, V., & Kumar, U. (2011). A performance realization framework for implementing ISO 9000. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- o Kravchenko, O. I., Tymchuk, D. S., Pavlysh, T. H., Kyslenko, D. P., & Lutsenko, O. V. (2020). Educational Management of Innovative Pedagogical Process in Higher Education Institutions (HEIs). *International Journal of Higher Education*, 9(7), 1-11.



- o Leopold, H. (2019). Social media and corporate innovation management—Eight rules to form an innovative organisation. *e & i Elektrotechnik und Informationstechnik*, 136(3), 241-253.
- o Le Vassan, M. (1994). Effectiveness of communication in business. *Journal of Educational Research*, 4(1), 35-47.
- o Lewis, L. K. (2007). An organizational stakeholder model of change implementation communication. *Communication Theory*, 17(2), 176-204.
- o Linton, J. D. (2002). Implementation research: state of the art and future directions. *Technovation*, 22(2), 65-79.
- o McIntosh, J., Alonso, A., MacLure, K., Stewart, D., Kempen, T., Mair, A., ... & SIMPATHY Consortium. (2018). A case study of polypharmacy management in nine European countries: Implications for change management and implementation. *PloS one*, 13(4), e0195232.
- o Mendel, B. 1999. The portal panacea. *Info World* 28 (31): 28–29.
- o Mozammel, A., & Mapa, L. (2011). Application of lean six sigma in healthcare-nursing shift directors process improvement. *Journal of Management & Engineering Integration*, 4(2), 58.
- o Ngai, E. W., Law, C. C., & Wat, F. K. (2008). Examining the critical success factors in the adoption of enterprise resource planning. *Computers in industry*, 59(6), 548-564.
- o Noble, C. H. (1999). Building the strategy implementation network. *Business Horizons*, 42(6), 19-19.
- o Peng, W., & Litteljohn, D. (2001). Organisational communication and strategy implementation—a primary inquiry. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*.
- o Power, D. (2005). Supply chain management integration and implementation: a literature review. *Supply chain management: an International Journal*.



- o Papadakis, V. M. (2005). The role of broader context and the communication program in merger and acquisition implementation success. *Management Decision*.
- o Puvanasvaran, P., Megat, H., Hong, T. S., & Razali, M. M. (2009). The roles of communication process for an effective lean manufacturing implementation. *Journal of industrial engineering and management*, 2(1), 128-152.
- o Price, A. D., & Chahal, K. (2006). A strategic framework for change management. *Construction management and economics*, 24(3), 237-251.
- o Rogers, E. M. (2003). *Diffusion of Innovations* (5th ed.). Free Press.
- o Rudd, J. M., Greenley, G. E., Beatson, A. T., & Lings, I. N. (2008). Strategic planning and performance: Extending the debate. *Journal of Business Research*, 61(2), 99-108.
- o Steyn, B. (2003). From strategy to corporate communication strategy: A conceptualisation. *Journal of communication management*.
- o Sarker, S., & Lee, A. S. (2003). Using a case study to test the role of three key social enablers in ERP implementation. *Information & Management*, 40(8), 813-829.
- o Scherrer-Rathje, M., Boyle, T. A., & Deflorin, P. (2009). Lean, take two! Reflections from the second attempt at lean implementation. *Business horizons*, 52(1), 79-88.
- o Stockdale, S. E., Zuchowski, J., Rubenstein, L. V., Sapir, N., Yano, E. M., Altman, L., ... & Hamilton, A. B. (2018). Fostering evidence-based quality improvement for patient-centered medical homes: initiating local quality councils to transform primary care. *Health care management review*, 43(2), 168-180.
- o Urbizagástegui Alvarado, R. (2016). El crecimiento de la literatura sobre la ley de Bradford. *Investigación bibliotecológica*, 30(68), 51-72.



- o Venkatraman, S., & Fahd, K. (2016). Challenges and success factors of ERP systems in Australian SMEs. *Systems*, 4(2), 20.
- o Worley, J. M., & Doolen, T. L. (2006). The role of communication and management support in a lean manufacturing implementation. *Management Decision*.
- o Zerfaß, A. (1996), Unternehmensführung und Öffentlichkeitsarbeit - Grundlegung einer Theorie der Unternehmenskommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, Westdeutscher Verlag, Opladen.



Construcción de un prototipo para control de temperatura con sensor RTD

Zarate, Sampedro-Oscar ¹ Vivaldo, Vicuña-Araceli² ParedesI, Xochihua-Fidel ³

90. División de Ingeniería Electromecánica, TecNM, San Martín Texmeucan
oscar.zarate@smartin.tecnm.mx

91. División de Ingeniería Electromecánica, TecNM, San Martín Texmeucan
araceli.vivaldo@smartin.tecnm.mx

92. División de Ingeniería Electromecánica, TecNM, San Martín Texmeucan
fidel.paredes@smartin.tecnm.mx

Resumen:

En el presente trabajo tiene como objetivo desarrollar un prototipo para control de temperatura usando detectores de Temperatura por Resistencia (RTD), con el fin de que los estudiantes de Ingeniería Electromecánica puedan manipular, aplicar en prácticas de laboratorio y a su vez entender el funcionamiento de estos, también se describe el alcance y las acciones a tomarse para poder llevarlo a cabo, se muestra la metodología que ha sido utilizada para desarrollar el proyecto y cumplir los objetivos planteados para la construcción del módulo de prueba de sensores de temperatura.

Las RTD son más precisas y ofrecen mayor estabilidad en el tiempo que los termopares o de otros sensores. Se concluye que este prototipo tiene una gran relevancia a nivel de agricultura e industrial por las grandes aplicaciones que se pueden generar.

Palabras clave: Detectores de Temperatura por Resistencia, Lazo cerrado, RTD. controlador universal de temperatura

Abstract:

The objective of this work is to develop a prototype for temperature control using Resistance Temperature Detectors (RTD), so that Electromechanical Engineering students can manipulate, apply in laboratory practices and at the same time understand the operation of these, the scope and actions to be taken to be carried out are also described, the methodology that has been used to develop the project and meet the objectives set for the construction of the temperature sensor test module is shown,



RTDs are more precise and offer greater stability over time than thermocouples or other sensors. It is concluded that this prototype has great relevance at the agricultural and industrial level for the large applications that can be generated.

Keywords:

Closed Loop, Resistance Temperature Detectors, RTD, universal temperature controller

1. Introducción

Actualmente, existe una gran cantidad de sensores que se encuentran en la capacidad de detectar variables físicas presentes en el medio, no obstante, es necesario continuar con el estudio de implementación de nuevos sensores y sistemas de instrumentación que respondan a las necesidades del ser humano (Vargas, Almanzan, & Guapacho, 2016)

Las tecnologías de elementos RTD mejoran constantemente, optimizando aún más la Calidad de la medición de temperatura. (Bonnie, 2008)

Es conocido que la resistencia de los metales cambia en relación de la temperatura y las RTD utilizan el elemento resistivo que puede ser calculado y relacionado a una temperatura con una precisión basada en las propiedades resistivas del metal.

Actualmente, la RTD más utilizada en el mercado, es conocida por su referencia PT100. Este particular tipo de RTD consiste en un alambre de platino que a 0°C tiene 100 ohm y que al aumentar la temperatura intensifica su resistencia eléctrica. El incremento de la resistencia no es lineal, pero sí creciente y característico del platino, de tal forma que mediante tablas es posible encontrar la temperatura exacta a la que corresponde (Arian, 2010)

En particular, la temperatura de trabajo de los sensores micro térmicos es muy importante para optimizar características como la sensibilidad, la selectividad y las propiedades de respuesta de los sensores (Gwiy & Chael, 2008)

Otro sensor muy utilizado para medir la temperatura es el termopar que consiste en dos metales diferentes unidos por un extremo. Cuando la unión de los dos metales se calienta o enfría se produce un voltaje que se puede correlacionar con la temperatura. (Engineering, 2024)

Una de las principales y más notables diferencias entre estos dos dispositivos la podemos encontrar en su principio de funcionamiento. Ya que como su nombre lo indica el RTD (Detección de temperatura por resistencia) opera con resistencia y el termopar con milivolts.



Son numerosos los procesos industriales que requieren conocer con precisión las magnitudes físicas de las que dichos procesos dependen. Magnitudes físicas tales como la temperatura, la humedad, la radiación, etc. Dada la importancia de conocer estas variables, existe, en la Ingeniería moderna, una rama de conocimiento destinada al desarrollo de sensores que contabilicen las magnitudes físicas. (Camacho Salvador, 2020)

Una de las aplicaciones del proyecto, es brindarle al agricultor los medios para germinar apropiadamente sus semillas o mantener la temperatura de plántulas de lechuga utilizando una secadora inteligente, mejorando el sistema mediante un monitoreo constante.

Los objetivos a desarrollar en este trabajo son, determinar el tipo de sistema de control a utilizar, selección de componentes, armado del prototipo y pruebas de funcionamiento.

2. Metodología

La metodología propuesta del prototipo para control de temperatura con sensor RTD debe tener control sin variaciones y se requiere se pueda repetir a lo largo del tiempo en la RTD. el rango de temperatura debe ser de 18°C a 20°C. El funcionamiento del sistema es la siguiente secuencia:

1. Se enciende el sistema y la resistencia tipo cartucho empieza a producir calor, el sensor RTD obtiene valores de resistencia conforme a la temperatura que se genera y son enviados al pirómetro digital que es el controlador.
2. La temperatura al llegar a 20° C, el controlador (pirómetro) desactiva la señal de la resistencia y manda activar la señal para el ventilador, esto con fin de bajar la temperatura y no sobrepasar mayor a 20°C. A la par el sensor sigue monitoreando la temperatura para tener una retroalimentación de señal con el controlador.
3. La temperatura cuando es menor a 20°C, el controlador (pirómetro) desactiva la señal del ventilador y activa la señal de la resistencia tipo cartucho para generar calor.

Este funcionamiento se hace repetitivamente con el fin de mantener la temperatura deseada.

4. Desarrollo

Para analizar el valor resistivo del material en función de la temperatura se utiliza la fórmula de la ec. 1 La fórmula solo aplica para temperatura máxima de 100 °C

$$R_t = R_0 + \Delta R \quad \dots \quad \dots \text{ecuación 1}$$

R_t = resistencia total



100CIATEC

R_0 = resistencia en Ω a 0°C

es $100\ \Omega$

$$\Delta R = (\alpha * R_0) * (\Delta t)$$

$$\alpha * R_0 = 0.003885 * 100\Omega = 0.385\ \Omega/^\circ\text{C}$$

(para

material de platino)

α = coeficiente térmico que se obtiene de las resistencias de 0°C y 100°C

$$\alpha = \frac{R_{100} - R_0}{100R_0} (^\circ\text{C}^{-1})$$

α , es una propiedad de los materiales que cuantifica la relación entre la variación de la propiedad física de un material y el cambio de temperatura.

Utilizando la ecuación $R_t = R_0 + \Delta R$

se sustituyen los valores de temperatura

en un rango de 0°C a un máximo de 100°C y se obtienen los valores que se muestran en la tabla

1

$$R_t = 100\Omega + ((0.0035 * 100)\Omega/^\circ\text{C} * (20^\circ\text{C})) = 107.7\Omega$$

$$R_t = 100 + ((0.0035 * 100\Omega/^\circ\text{C}) * (50^\circ\text{C})) = 119.4\Omega$$

$$R_t = 100 + ((0.0035 * 100)\Omega/^\circ\text{C} * (100^\circ\text{C})) = 138.5\Omega$$

Tabla 1. Valores con cálculo aproximado de una RTD (pt100)

Temperatura en $^\circ\text{C}$	Resistencia Ω
0	100
10	103.9
20	107.79
30	111.67
40	115.54
50	119.4
80	130.87
100	138.50

Para temperaturas superiores a 100°C se utiliza la constante CallendarSnow, dicha constante se utiliza para intervalos de 0 a $+550^\circ\text{C}$, considerando la constante de CallendarSnow de $\delta = \frac{1.499}{1.399}$ que mantiene una pequeña discrepancia entre el valor que arroja y el valor real.



Cabe destacar que la ecuación Callendar-Van Dusen es una herramienta importante que describe la relación entre la resistencia y la temperatura de termorresistencias de platino RTD.

Para valores menores a -200 °C se utiliza la ecuación de Van Dusen

$$\beta = 0.0 \text{ si } T > 0$$

$$\beta = 0.11 \text{ si } T < 0$$

La ecuación de Callendar- Van Dusen

$$R_t = R_0 + R_0 * \alpha * [T - \delta * \left(\frac{T}{100} - 1\right) * \left(\frac{T}{100}\right) - \beta \left(\frac{T}{100} - 1\right) \left(\frac{T}{100}\right)^3] \dots\dots\dots \text{ecuación 2}$$

R_t = resistencia total RTD

α = coeficiente de temperatura del material

δ = constante Callendar

Los valores de esta ecuación se pueden verificar con los valores de la tabla DIN (43760)

En la figura 1 se muestra las gráficas de una RTD en color rojo y se puede observar alta linealidad, respuesta rápida y alta resistividad. En color azul se muestra el comportamiento de la RTD negativa (NTC) y se puede apreciar un comportamiento decreciente de la resistencia con el incremento de la temperatura y en color naranja el comportamiento positivo (PTC) y se observa un valor constante de 0 Ω para temperaturas de 0 °C hasta aproximadamente 80 °C que muestra un incremento, representando una variación no lineal.



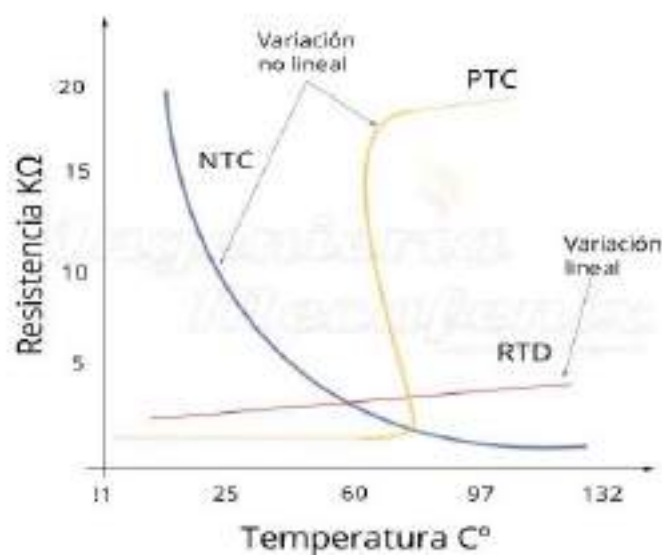


Figura 1. Comportamiento de RTD.

Fuente: Ingeniería Mecafenix

Estos sensores son por lo general, más precisos y estables que los termopares y otras sondas de temperatura, cuando se monitoriza dentro de los rangos recomendados. En la tabla 2 se hace una comparación de las características de los Termopares de las RTD.

Tabla 2: Características de RTD y Termopar.

Característica	RTD	Termopar
Precisión	Más preciso	Menos preciso
Rango de temperatura	-200 a 850°C	-200 a 2000°C
Costo	Más caro	Más barato
Respuesta	Más lenta	Más rápida
Tamaño	Más largo	Tan pequeño como sea posible
Alimentación	Requerida	No requerida
Estabilidad en periodos largos	Excelente	Menos satisfactoria
Salida	Ω	mV

Fuente: Ingeniería Mecafenix

Desarrollo del prototipo

En la figura 2 se muestra el diagrama de bloques del sistema de control de lazo cerrado aplicado a la resistencia, cuenta con la señal de referencia Set Point S.P, **$e(t)$** que indica el estado que se desea conseguir en la salida del sistema. En un sistema de control de temperatura, la referencia S.P será la temperatura deseada y la salida $y(t)$ será la temperatura real del sistema controlado, la entrada al controlador PID es la señal de **error $e(t)$** . Esta señal indica al controlador la diferencia que existe entre el estado que se quiere conseguir o referencia $r(t)$ y el estado real del sistema medido por el sensor. Si la señal de error es grande, entonces el estado del sistema se encuentra lejos del estado de referencia deseado. Si por el contrario el error $e(t)$ es pequeño, significa que el sistema ha alcanzado el estado deseado.

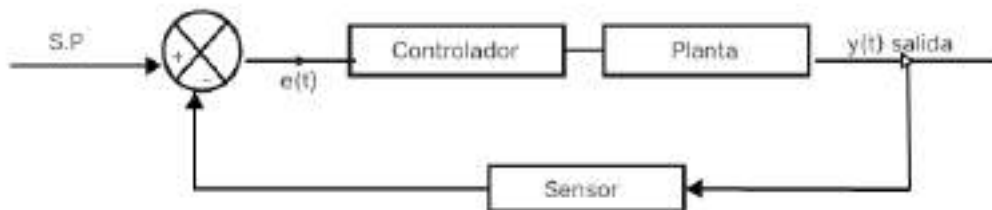


Figura 2. Sistema de control de lazo cerrado

Fuente: (Ogata, 2010)

En la figura 3 se muestra el diagrama eléctrico implementado, se observan los componentes utilizados como el magnetotérmico que está alimentado a 127V ca, los interruptores normalmente cerrado s1 y normalmente abierto s2 permitirán que se enclave con la bobina KA1 y a su vez activará el pirómetro o controlador de temperatura PID y que permitirá controlar y monitorear la temperatura de la resistencia a la temperatura programada, y alimenta el sensor de estado sólido SSR que conmuta el paso de la electricidad a la bobina KA2 que cerrará los contactores para activar la resistencia y el ventilador.

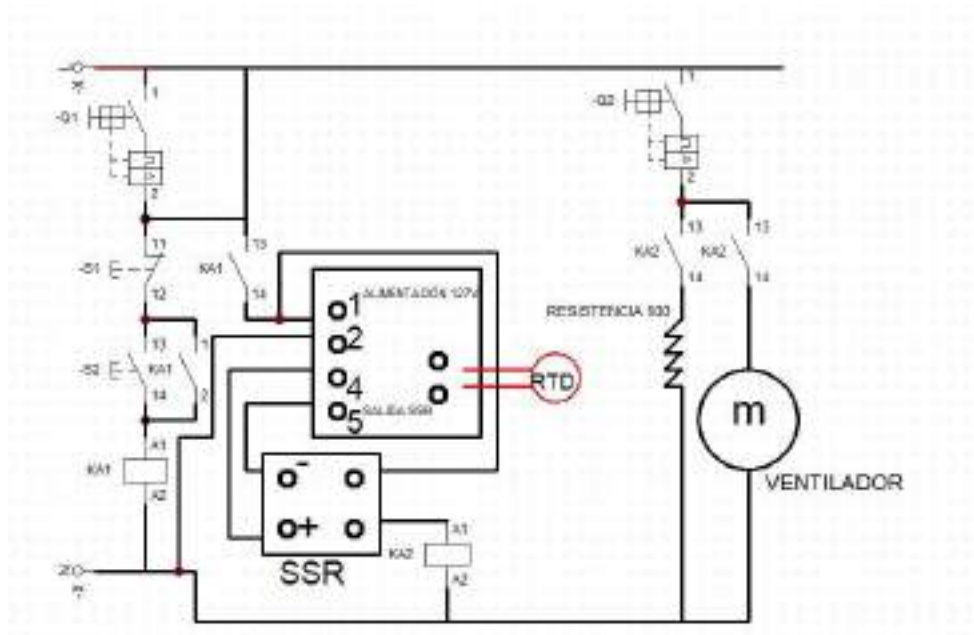


Figura 3. Diagrama eléctrico para el control de temperatura

Fuente: propia

En la figura 4 se muestra la implementación del circuito con los componentes seleccionados, se realizan las pruebas de funcionamiento de la resistencia RTD, para obtener datos de esta misma. Determina la temperatura a monitorear y se muestra en el controlador de temperatura, se verifica la entrada del ventilador y los tiempos de respuesta el cual está dentro del rango 1 a 7 segundos del sensor RTD.



Figura 4. Implementación del circuito

Fuente: propia

En la figura 5 se muestran las mediciones de la temperatura con el correspondiente valor resistivo, se realiza la comprobación de la temperatura con el pirómetro digital y del valor de la resistencia de la RTD se comprobó con el multímetro digital fluke.

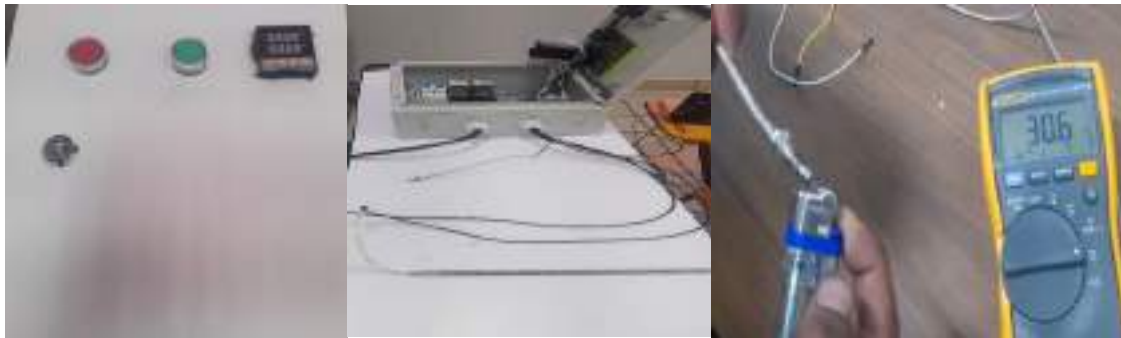


Figura 5. Vista final y mediciones de resistencia y temperatura

Fuente: propia

4. Conclusiones

La implementación del diagrama eléctrico para el control de temperatura se realizó una prueba de funcionalidad utilizando un multímetro digital y comparando los valores generados con las tablas de RTD de Tei de Ingeniería Mexicana.

Una de las aplicaciones de este prototipo se implementará en la germinación en las plántulas de lechuga romana, escarola y orejona que mantienen un estricto control de temperatura en rangos de 18 a 20 °C, esta temperatura se debe controlar de 4 a 5 días que tarda en germinar. Para esta aplicación en particular la temperatura al llegar a 20° C, el controlador desactiva la señal de la resistencia y manda activar la señal para el ventilador, esto con fin de bajar la temperatura y no sobrepasar mayor a 20°C. A la par el sensor sigue monitoreando la temperatura para tener una retroalimentación de señal con el controlador.

Este prototipo puede emplearse por los agricultores para extraer la humedad de productos para su venta como semillas para la extracción de aceites, plantas como la Jamaica entre otros productos. El prototipo permitirá reducir considerablemente el tiempo necesario para procesar plantas y semillas.

Este prototipo cuenta con diversas aplicaciones industriales desde los laboratorios de ensayo de la industria farmacéutica hasta la fabricación de polímeros y plásticos, son muchos los sectores en los que los controladores de temperatura pueden ayudar a perfeccionar la ganancia y la productividad.

6. Referencias

- o Arian, S. A. (2010). *Operación e instalación. Electro Industria*. Obtenido de www.emb.cl/electroindustria/articulo.mvc?xid=1478&srch=RTD&act=3
- o Bonnie, C. B. (2008). Precision Temperature-Sensing With RTD Circuits. *Microchip*, 1-3.
- o Camacho Salvador, J. M. (2020). Medida de temperatura de precisión con sensor RTD y microcontrolador. *Universidad de Almería* . Obtenido de <http://hdl.handle.net/10835/9920>
- o Engineering, O. (2024). *Omega*. Obtenido de <https://mx.omega.com/cservice/copyright.html>
- o Gwiy, S. C., & Chael, H. K. (2008). Características RTD para sensores microtérminos. *Revista de microelectrónica*, 39(12), 1560. doi:<https://doi.org/10.1016/j.mejo.2008.02.028>
- o Ogata, K. (2010). Ingeniería de Control Moderna. En T. S. Canto. Pearson Educación.
- o Vargas, G. J., Almanzan, L. C., & Guapacho, C. J. (2016). Sistema de instrumentación virtual utilizando un sensor RTD experimental. *Ingenium*, 17(34), 31-46.



Desarrollo de Dispositivo Electrónico de Bajo Costo para Automatización Utilizando Microcontroladores Arduino

Pérez, Martínez – René¹, Romano, Rodríguez – Ma. Natividad², y López, Xelo – Hilario³

93. División de Ingeniería Logística. Tecnológico Nacional de México Campus Tlaxco, reneperezm1@gmail.com

94. División de Ingeniería Electromecánica. Tecnológico Nacional de México Campus Tlaxco, manatividadromanorgz@gmail.com

95. División de Ingeniería en Materiales. Tecnológico Nacional de México Campus Tlaxco, hil_lx@hotmail.com

Resumen: Este proyecto tiene como objetivo diseñar y construir un dispositivo electrónico que funcione como un controlador lógico programable (PLC), para realizar actividades de automatización, ofreciendo un bajo costo y mayor velocidad de procesamiento. El sistema incluye un bloque de entrada con una etapa de división y regulación de voltaje para adaptar las señales al nivel soportado por el microcontrolador. La unidad de control y procesamiento está basada en una placa Galileo, similar a un Arduino, programable en lenguaje C, capaz de procesar señales de entrada para ejecutar acciones específicas a través del módulo de salidas. Este módulo de salidas consta de cuatro relevadores electrónicos, capaces de operar con voltajes de hasta 220V y 10A en corriente alterna (CA) o 30V y 10A en corriente directa (CD), permitiendo el control de actuadores como bombas o dispositivos mecánicos e hidráulicos.

Palabras clave: Arduino, controlador lógico programable, microcontrolador, automatización.

Abstract: This project aims to design and build an electronic device that functions as a Programmable Logic Controller (PLC) for automation tasks, offering low cost and higher processing speed. The system includes an input block with a voltage division and regulation stage to adapt signals to the levels supported by the microcontroller. The control and processing unit is based on a Galileo board, similar to an Arduino, programmable in C language, capable of processing input signals to execute specific actions through the output module. This output module consists of four electronic relays, capable of operating with voltages of up to 220V and 10A in alternating current (AC) or 30V and 10A



in direct current (DC), allowing the control of actuators such as pumps or mechanical and hydraulic devices.

Keywords: Programmable Logic Controller, Arduino, microcontroller, automation

1. Introducción.

En las últimas décadas, la automatización industrial ha experimentado un crecimiento exponencial, consolidándose como una herramienta esencial para mejorar la eficiencia y reducir costos operativos en diversas industrias. La automatización permite la implementación de procesos complejos de manera precisa y repetitiva, lo cual ha llevado a las empresas a optimizar sus cadenas productivas y a incrementar la calidad de sus productos (Nieto, 2006; Pérez-López, 2015; Quinteros et al., 2020; Silva & Morejón, 2019). Este avance se ha sustentado en el desarrollo de diversas tecnologías, entre las cuales los controladores lógicos programables (PLC) han tenido un papel preponderante. Los PLCs son dispositivos especializados que permiten controlar y monitorear maquinaria y procesos industriales, ofreciendo una solución robusta y confiable para la automatización de tareas repetitivas (Fernández et al., 2019; Silva & Morejón, 2019; Zhang, 2023).

Sin embargo, los PLC tradicionales, aunque efectivos, suelen tener un costo elevado y requieren de conocimientos técnicos especializados para su implementación y mantenimiento, además de que las sintaxis y nemónicos pueden variar dependiendo del fabricante (Comlan et al., 2021; Fernández et al., 2019; Mir & Swarnalatha, 2018). Esto representa un desafío considerable, especialmente para micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs), que a menudo carecen de los recursos financieros y humanos necesarios para adoptar este tipo de tecnologías (Salvato et al., 2022). A medida que la competitividad en el mercado global aumenta, la necesidad de soluciones de automatización más accesibles y flexibles se vuelve cada vez más apremiante, obligando a las empresas a buscar alternativas que les permitan mantenerse a la vanguardia sin comprometer su viabilidad económica (Muhamad et al., 2020).

En este contexto particular, la evolución de los microcontroladores ha abierto nuevas posibilidades para la automatización industrial, destacándose entre ellos la plataforma Arduino. Arduino es un microcontrolador de bajo costo y fácil programación que ha ganado popularidad tanto en aplicaciones educativas como en proyectos de ingeniería y prototipos industriales. Su capacidad para integrarse con sensores, actuadores y otros dispositivos electrónicos lo convierte en una herramienta versátil para el desarrollo de sistemas automatizados personalizados. Además, su arquitectura abierta y su extensa comunidad de usuarios permiten una rápida innovación y adaptación a distintas necesidades industriales, proporcionando una alternativa viable para aquellas empresas que buscan optimizar sus procesos con presupuestos limitados (Ajagbe et al., 2024; Butsenko et al., 2020; Harun et al., 2018; Mir & Swarnalatha, 2018).

El presente proyecto de investigación tiene como propósito general desarrollar un dispositivo electrónico basado en la plataforma Arduino que funcione como un controlador lógico programable (PLC) modular, con entradas y salidas tanto analógicas como digitales. Este dispositivo pretende ser una solución accesible y eficiente para la automatización de procesos industriales en pequeñas y medianas empresas. Los propósitos específicos de esta investigación son los siguientes: (1) diseñar un prototipo de PLC que sea modular y escalable, permitiendo su fácil adaptación a diferentes tipos de procesos industriales; (2) implementar un sistema de control que integre entradas y salidas analógicas y digitales, garantizando la compatibilidad con una amplia gama de sensores y actuadores; (3) evaluar la funcionalidad y la eficiencia del prototipo mediante pruebas de funcionamiento en entornos controlados, asegurando su viabilidad para aplicaciones industriales



reales; y (4) proporcionar una alternativa de bajo costo a los PLC tradicionales, reduciendo las barreras de acceso a la automatización para las MiPyMEs.

Este trabajo no solo busca desarrollar un prototipo funcional, sino también sentar las bases para futuras investigaciones y desarrollos que permitan la adopción de tecnologías de automatización en sectores industriales que hasta ahora no han podido beneficiarse plenamente de ellas. Al explorar el potencial de los microcontroladores como Arduino en la automatización industrial, se espera contribuir al avance tecnológico de empresas de diversos tamaños, promoviendo una mayor competitividad en el mercado global.

2. Metodología

El sistema se estructura en tres bloques principales:

i. Bloque de Entrada:

El prototipo consta de 8 entradas mismas que están divididas en 4 digitales, que puede recibir señales de 12V a 24V en CD y 4 analógicas que pueden medir señales de 0 a 5V en CD, a diferencia de los PLC's que solo cuentan con entradas digitales. Las entradas digitales se obtuvieron con la implementación de un regulador de voltaje, a base de un diodo zener, así como de un divisor de tensión, con estos elementos se obtienen 6V, de manera estable, en CD en la entrada del microcontrolador, voltaje al que operan estos dispositivos, y es posible utilizar sensores industriales, que funcionan en un rango de 12V a 24V en CD.

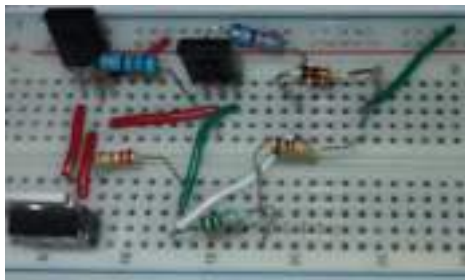


Figura 1. Regulador de voltaje

Fuente: Diseño de los autores

ii. Unidad de Control y Procesamiento:

- o La etapa de control está a cargo del microcontrolador, que consta de una placa tipo Arduino, misma que puede programarse por medio de la IDE de Arduino, para leer señales en las entradas, ya sean con pulsadores, interruptores o sensores, procesarlas y establecer funciones o acciones para poder activar las salidas y hacer funcionar actuadores o cualquier carga eléctrica, que cumpla con las especificaciones dadas. Es posible agregar funciones como condicionantes, *if*, *while*, *for*, *etc.*; temporizadores, a la conexión, desconexión, alarmas, *etc.*, que permitan desarrollar las acciones deseadas para el proceso a intervenir.



Figura 2. Microcontrolador Galileo.

Fuente: Diseño de los autores.

iii. Bloque de Salidas:

- o El prototipo consta de 8 salidas que, al igual que las entradas, se dividen en 4 digitales, que pueden funcionar a 120V hasta 220V en CA y de 5V a 24V en CD y 10A, así como 4 salidas analógicas que pueden entregar señales de 0 a 5V en CD. Para la parte de las salidas digitales, se adaptó un bloque de 4 relevadores, mismos que se activan mediante una señal de salida, producida por el microcontrolador, y que permiten el cierre de un interruptor para permitir el paso de corriente proporcionado por una fuente externa a los valores de voltaje deseados, con esto se pueden conectar cargas como luminarias, motores u otro tipo de dispositivos eléctricos.

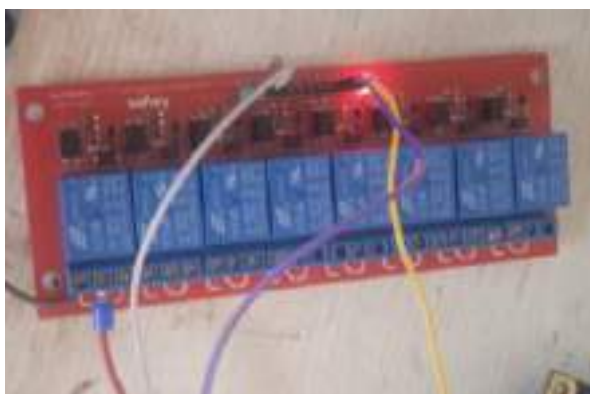


Figura 3. Placa de relevadores.

Fuente: Diseño de los autores.

4. Proceso de Desarrollo

i. Diseño del Circuito:

- o El diseño del circuito electrónico es fundamental, ya que en esta etapa se determinan los elementos adecuados para llevar a cabo las funciones requeridas por el circuito. En dicho diseño se establecen las conexiones entre los dispositivos que lo integran, además de la especificación de los valores de cada componente. El diseño se hizo en el software “Proteus” y se muestra en la ilustración 4.

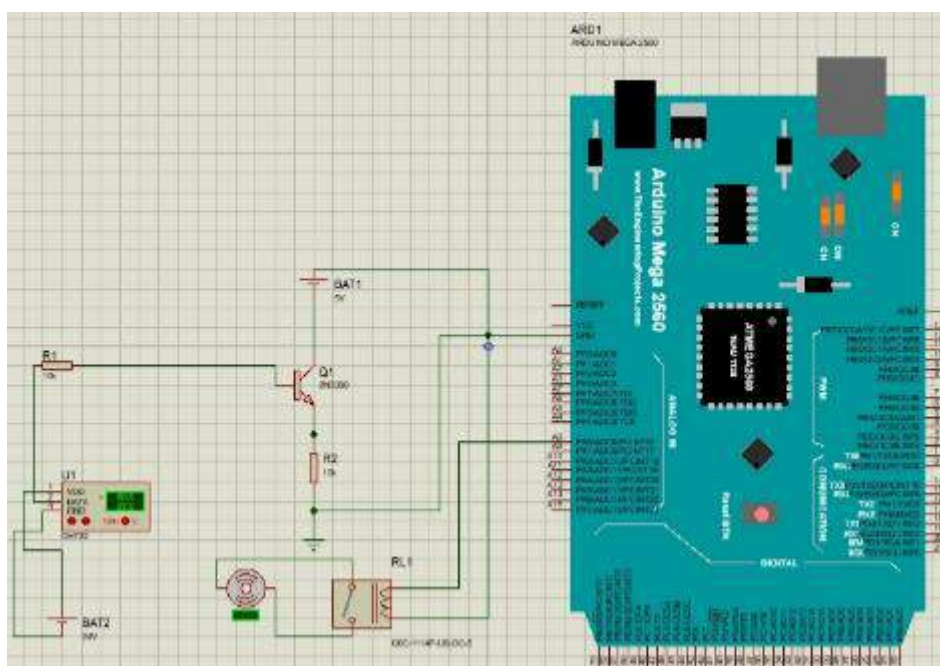


Figura 4. Diseño de circuito.

Fuente: Diseño de los autores.

ii. Programación del Microcontrolador:

- o Se realizó la programación del microcontrolador, en un primer programa se suministraron señales digitales de sensores industriales a 24V, a través de cada entrada digital del prototipo, mismas que fueron procesadas y que activaron las salidas digitales correspondientes, el segundo programa se hizo para controlar señales de entrada analógicas, mediante un potenciómetro que variaba el valor de 0V a 5V, señales que se procesaron y activaron los dispositivos de salida de manera correcta.

A continuación, se muestra un ejemplo del código cargado y probado en el prototipo.

```
int sensor = 3;
int motor = 12;
String text = "No detectado";
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  delay(100);
  pinMode(sensor, INPUT);
  pinMode(motor, OUTPUT);
  Serial.println(text);
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  if (digitalRead(sensor)==HIGH){
    text = "Detectado";
    Serial.println(text);
    delay(1000);
    digitalWrite(motor , HIGH);
    delay(1000);
  }
  else{
    Serial.println("Pieza no detectada");
    delay(1000);
    digitalWrite(motor, LOW);
    delay(1000);
  }
}
```

iii. Pruebas Funcionales:

Una vez desarrollado el prototipo, se procede a realizar las pruebas de funcionamiento, estas pruebas permiten corroborar el adecuado desempeño del prototipo, detectar acciones no deseadas o fallos en el funcionamiento del mismo, para poder corregirlas o hacer ajustes necesarios.



Las pruebas que se hicieron fueron las siguientes:

- a) Revisión de voltajes y corrientes
- b) Se revisaron todos los parámetros de voltajes y corrientes, para ello se hizo uso del multímetro.
- c) En la etapa de entradas, conectando sensores de 24V y obteniendo 5V en la entrada del microcontrolador, el cual es el adecuado para su funcionamiento.
- d) En la etapa de salidas, obteniendo voltajes de 5V para las salidas digitales y de 0 a 5V para las analógicas.



Figura 5. Prueba de entradas digitales

Fuente: Diseño de los autores

- e) Verificación de entradas y salidas, se revisaron cada una de las entradas y salidas, digitales y analógicas, comprobando el funcionamiento adecuado de cada una de ellas.

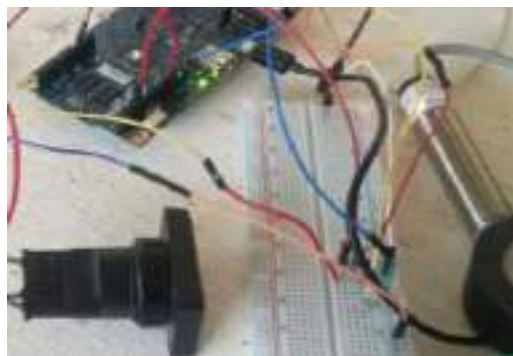


Figura 6. Prueba de entradas digitales.

Fuente: Diseño de los autores.



Figura 7. Prueba de salidas digitales.

Fuente: Diseño de los autores.

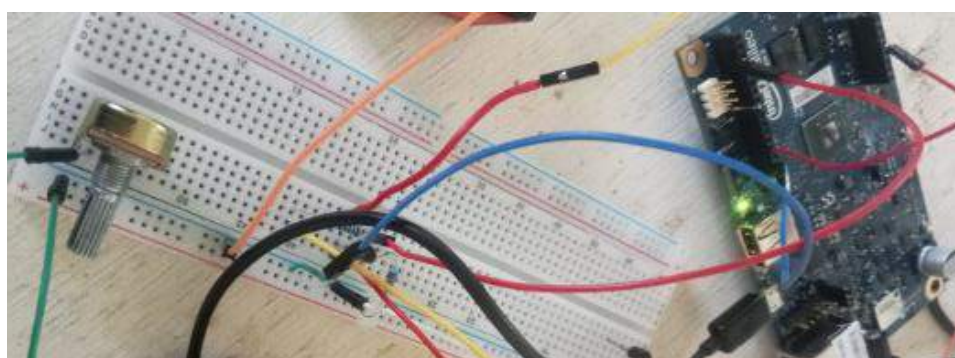


Figura 8. Prueba de entradas analógicas.

Fuente: Diseño de los autores.

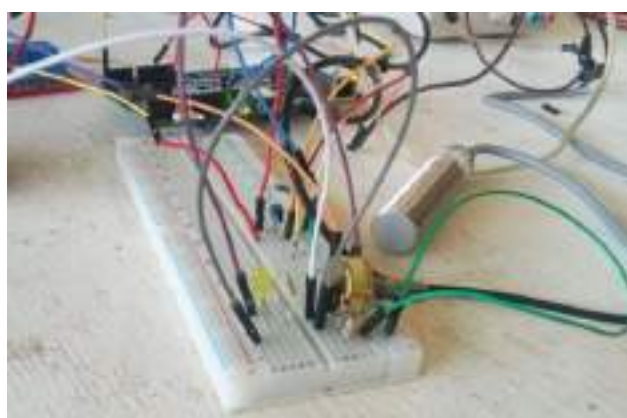


Figura 9. Prueba de salidas Analógicas.

Fuente: Diseño de los autores.

4. Resultados, discusión

Modulación y escalabilidad. Al tener un rango amplio de voltajes de operación, así como, el dispositivo desarrollado puede interconectarse con otros sistemas de control, de manera que pueda aumentar sus capacidades en relación con las necesidades de la industria.

Entradas y salidas analógicas y digitales. Las características que ofrece un microcontrolador tipo Arduino, potencializadas con las adaptaciones realizadas, permiten que se puedan conectar a este dispositivo señales analógicas y/o digitales que operan con diferentes valores de voltaje, para poder ser utilizadas tanto en la entrada como en la salida, permitiendo la conexión de sensores, activadores y actuadores de distintos tipos.

Funcionalidad y la eficiencia. Mediante las pruebas, se verificó el correcto funcionamiento del dispositivo en diferentes escenarios industriales, se obtuvieron los voltajes de operación del dispositivo que se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Voltaje de operación del dispositivo

Alimentación	Entradas digitales	Entradas analógicas	Salidas digitales	Salidas analógicas
	0	4	4	0

Fuente: Elaboración de los autores para la presente investigación

Alternativa de bajo costo a los PLC tradicionales Se realizó una comparativo en características de funcionamiento con el PLC más económico, el LOGO de Siemens, a partir de las hojas de características de cada uno de los dispositivos, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Comparación entre PLC Logo e Intel Arduino

Especificación	PLC Logo	Intel Gallileo
Velocidad de procesamiento	50 MHz	400 MHz
Memoria de programa	400 bloques funcionales	512 KB en RAM + 8MB de memoria en Flash
Interfaz de comunicación	Ethernet, Modbus TCP	Ethernet, UART, I2C, USB Host, SPI
Lenguajes de programación	Ladder y bloques funcionales	C, C++, Python
Costo	200 – 400 USD	60 – 100 USD

Fuente: SIEMENS. (2003). Manual Edición (Nayyar et al., 2016)

Los resultados anteriores muestran una velocidad significativamente más alta del Intel Galileo, lo que representa una opción más adecuada para tareas que requieren un procesamiento intensivo.



El Intel Galileo tiene una capacidad mayor de almacenamiento, además de contar con ranura para almacenamiento por microSD. Contiene mayores opciones para comunicación, lo que permite una mayor flexibilidad de programación, monitoreo y/o control. El PLC Logo se programa mediante lenguajes comúnmente usados en la industria, mientras que el Intel Galileo presenta opciones de programación más usuales en programación de computadores. En la comparativa de costos se puede ver que el microcontrolador Intel Galileo tiene un costo mucho menor que el que tiene el PLC Logo de Siemens, el más económico de los PLC's.

5. Conclusiones

El desarrollo de un dispositivo de automatización basado en microcontroladores Arduino proporciona una alternativa económica y eficiente frente a los PLC tradicionales. La modularidad y la fácil programación permiten que el sistema se adapte a diversas aplicaciones industriales, especialmente en pequeñas y medianas empresas que buscan reducir costos sin comprometer la eficiencia.

Sin embargo, la adopción de este sistema requiere personal capacitado para la programación y el mantenimiento del dispositivo, lo que podría limitar su implementación en algunos contextos. Se recomienda simplificar aún más el diseño y explorar opciones para la interfaz

Los microcontroladores tipo Arduino, representan una alternativa viable para procesos la automatización en procesos industriales, teniendo éstos capacidades de procesamiento altas y versatilidad en la configuración de sus puertos de entrada y salida, características que brindan una ventaja sobre los PLC, además de tener menores costos.

Las modificaciones realizadas en este proyecto permiten la conexión de una mayor variedad de dispositivos con diferentes valores de operación, permitiendo activar acciones con diferentes tipos de señales, 5VCD, 24VCD o 120VCA, además de entregar también estos valores en las señales de salida; con ello se facilita la adaptación y el crecimiento modular del (de los) sistema(s) automatizado(s).

Una limitante en el uso de este dispositivo es el lenguaje de programación que requiere el mismo, C, C++, Python, lenguajes que requieren una capacitación para poder desarrollar programas o realizar modificaciones en ellos.

Al ser modular este dispositivo se pueden implementar mejoras en sus capacidades, como integrar módulos bluetooth o wifi, entre otros, que permitan la personalización hacia los requerimientos específicos del proceso o uso en el que se está empleando.



6. Referencias

Ajagbe, S. A., Adeaga, O. A., Alabi, O. O., Ikotun, A. B., Akintunde, M. A., & Adigun, M.O. (2024). Design and development of arduino-based automation home system using the internet of things. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 33(2). <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v33.i2.pp767-776>

Butsenko, E., Kurdyumov, A., & Semin, A. (2020). Intelligent automation system on a single-board computer platform for the agro-industrial sector. *Mathematics*, 8(9). <https://doi.org/10.3390/math8091480>

Comlan, M., Delfieu, D., & Assogba, N. (2021). Grafcet to arduino: Edit and upload grafkets on an arduino boards. *International Conference on Electrical, Computer, Communications and Mechatronics Engineering, ICECCME 2021*. <https://doi.org/10.1109/ICECCME52200.2021.9590933>

Fernández, F., Fabero, J. C., & Mecha López, H. (2019). Control de procesos industriales utilizando hardware reconfigurable. *Reportes Científicos de La FACEN*, 10(1).

Harun, Z., Reda, E., & Hashim, H. (2018). Real time fish pond monitoring and automation using Arduino. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 340(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/340/1/012014>

Mir, A., & Swarnalatha, R. (2018). Implementation of an industrial automation system model using an Arduino. *Journal of Engineering Science and Technology*, 13(12).

Muhamad, M. Q. B., Syed Mohamad, S. J. A. N., & Mat Nor, N. (2020). Prefiguring Issues of SMEs Readiness in Malaysia as the Future of Industry 4.0 Unfolds. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 10(12). <https://doi.org/10.6007/ijarbss/v10-i12/8159>

Nayyar, A., Research, E. P.-I. J. of E., & 2016, undefined. (n.d.). A Review of Intel Galileo Development Board's Technology. *Academia.Edu*. Retrieved September 19, 2024, from <https://www.academia.edu/download/52539425/G06030403439.pdf>



Nieto, E. C. (2006). Manufactura y automatización Manufacturing and automation. *Ing. Investig.* Vol.26 No.3 Bogotá Sep./Dec. 2006 ISSN 0120-5609, 26(3), 120–128.

Pérez-López, E. (2015). Los sistemas SCADA en la automatización industrial. *Revista Tecnología En Marcha*, 28(4). <https://doi.org/10.18845/tm.v28i4.2438>

Quinteros, P. A., Calero Zurita, M., Zambrano, N. C., & Lapo Manchay, E. (2020). Automatización de los procesos industriales * Automation of industrial processes. *Journal of Business and Entrepreneurial* Julio-Diciembre, 4(2), 123–131. <https://doi.org/10.37956/jbes.v4i2.821.1.1http://journalbusinesses.com/index.php/revistaeISSN:2576-0971>

Salvato, R., Marra, G., Scardamaglia, P., Di Gironimo, G., Marzullo, D., & Mozzillo, R. (2022). Design and Integration of Automation Systems with Manual Operation: Small and Medium Enterprises Issues. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91234-5_30

SIEMENS. (2003). Manual Edición. Obtenido de https://cache.industry.siemens.com/dl/files/461/16527461/att_82567/v1/Logo_s.pdf

Silva, J., & Morejón, Y. (2019). Embedded Systems: An Alternative for Cuban Agroindustry Automation Sistemas Embebidos: Una alternativa para la automatización de la agroindustria cubana. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 28(3).

Zhang, X. (2023). Exploring the Application of PLC Technology in Mechanical Electrical Control Devices. *Academic Journal of Management and Social Sciences*, 2(3). <https://doi.org/10.54097/ajmss.v2i3.8744>



Desarrollo de una Aplicación virtual para el aprendizaje visual de simbología e implementación circuitos eléctricos



Paredes, Xochihua-Fidel¹, Sánchez, Juárez-Ivan Rafael², Zarate, Sampedro -Oscar ³ y Paredes, Xochihua-María Petra ⁴

96. Ingeniería Electromecánica, Tecnológico Nacional de México / ITS de San Martín Texmelucan, fidel.paredes@smartin.tecnm.mx
97. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / ITS de San Martín, ivan_r.sanchez@smartin.tecnm.mx
98. Departamento de Ingeniería Electromecánica, TecNM San Martin Texmelucan, oscar.zarate@smartin.tecnm.mx
99. Ingeniería en Sistemas Computacionales, Tecnológico Nacional de México / ITS de San Martín, petra.paredes@smartin.tecnm.mx

Resumen: AVACE es una herramienta que ayuda en el aprendizaje visual de una forma intuitiva, amigable y autodidacta de la simbología e implementación de circuitos eléctricos y electrónicos. Esta aplicación permite visualizar los circuitos eléctricos y electrónicos en un ambiente 3D desde los dispositivos móviles, reforzando el aprendizaje adquirido en la formación académica teórica, ya que tiene la capacidad de transformar los diagramas eléctricos y electrónicos en una animación 3D, que permite al alumno manipular para visualizar la interconexión de los dispositivos electrónicos. Ayudando en el desarrollo de prácticas de laboratorio y en proyectos individuales de los estudiantes de nivel medio superior y superior en las áreas que involucran el desarrollo y aprendizaje de principios eléctricos y electrónicos.

Palabras clave: herramienta, aprendizaje, interconexión, transformar.



Abstract: AVACE is a tool that helps in the visual learning in an intuitive, friendly and self-taught way of the symbology and implementation of electrical and electronic circuits. This application allows the visualization of electrical and electronic circuits in a 3D environment from mobile devices, reinforcing the learning acquired in theoretical academic training, as it has the ability to transform electrical and electronic diagrams in a 3D animation, which allows the student to manipulate to visualize the interconnection of electronic devices. Helping in the development of laboratory practices and individual projects of students of upper middle and high school level in areas involving the development and learning of electrical and electronic principles.

Translated with DeepL.com (free version)

Keywords: Application, circuit, learning, virtual.

1. Introducción

Realidad Aumentada es un recurso tecnológico que ofrece experiencias interactivas al usuario a partir de la combinación entre la dimensión virtual y la física, con la utilización de dispositivos digitales. (Grapsas. 2019.)

La realidad aumentada ofrece una mejor manera de diseñar, mantener y entregar instrucciones consumibles al superponer contenido digital en entornos de trabajo del mundo real. Cuando una empresa entiende qué es AR y cómo utilizarla con éxito, todos pueden trabajar de forma remota mientras colaboran eficientemente. (Microsoft. 2023).

La realidad aumentada tiene varias áreas de aplicación, entre ellas está: videojuegos, logística, marketing, moda y educación, entre otras; El proyecto se enfoca al área educativa ya que permitirá al estudiante comprender una mejor manera los conceptos relacionados a los circuitos electrónicos. La realidad aumentada puede ser una herramienta muy poderosa cuando combina recursos en papel con proyecciones digitales de elementos 3D, videos, imágenes y texto. Estos recursos pueden ayudar al estudiante a comprender fácilmente la aplicación real de un concepto complejo que está estudiando en ese momento. (Ropero, 2023)

Los simuladores electrónicos son un soporte importante en el aprendizaje de armado de circuitos electrónicos y eléctricos, sin embargo, es necesario tener conocimiento de la simbología y de la conexión correcta de cada elemento, los resultados obtenidos siguen mostrando la carencia de conocimiento en la interpretación de diagramas y su correcta interconexión. Estos simuladores proveen un soporte para conocimiento previo (Pedrajas, 2022).

Teniendo en cuenta el concepto de realidad aumentada, se crea una aplicación que permita mediante la identificación de diagramas de circuitos electrónicos (marcadores o targets), mostrar en un ambiente tridimensional las imágenes representativas de cada diagrama. Se crea una base de datos en un sistema de realidad aumentada (Vuforia) la cual contendrá todos los diagramas que podrán visualizarse, además de la visualización del objeto, se escuchará una descripción general de cada figura, haciendo más dinámica la interacción con el usuario.



2. Metodología

En la tesis de Abdulmuslih (2012), menciona los elementos necesarios para generar realidad aumentada, los cuales se enlistan a continuación:

1. Marcador: Elemento básico para la identificación de la posición del objeto de RA a mostrar, pueden ser: dibujos, fotografías, video, etiquetas, sonidos, etc.
2. Sistema de reconocimiento: El sistema analiza donde está colocada la imagen (marcador) y detecta su orientación espacial.
3. Librerías de R.A.: Analizan las imágenes grabadas por la cámara de video y buscan un patrón gráfico (cuadrado negro) que contiene un diseño asimétrico en su interior para calcular su orientación espacial del objeto. Ejemplos de estas librerías: ARToolkit, PaperVision3D, etc.
4. Se detecta el patrón.
5. Se analizan las coordenadas de las cuatro esquinas del marcador y a partir de esos valores colocados sobre el plano, se obtienen la posición y la orientación del objeto en el plano cartesiano de la cámara que tomó la imagen relativa al marcador

El presente trabajo se desarrolló siguiendo la metodología que se muestra en la figura 1, que muestra el proceso de desarrollo de manera general para la creación de AVACE. Considerando un área en específico como lo es circuitos básicos teniendo un mayor alcance en un futuro para lo que es incorporar electrónica analógica y electrónica digital abarcando micro-controladores básicos, así como diversos circuitos eléctricos y electrónicos.

La etapa inicial fue la identificación de la problemática ya que en la carrera de ingeniería en sistemas computacionales existen materias del área electrónica y los estudiantes no están familiarizados con dicha área, por lo cual se dificultó el desarrollo de prácticas de laboratorio al momento de interpretar el diagrama del circuito a conectar y la identificación de la simbología con el dispositivo físico ya que no son similares en los diagramas y los elementos físicos.





Figura 1. Metodología de desarrollo de AVACE

Fuente: Elaboración propia

Identificada la problemática la tarea fue encontrar una solución viable, accesible, innovadora y que atendiera la diversidad de aprendizajes que encontramos en la educación. Encontrando a la realidad aumentada como una herramienta útil y de fácil comprensión para los estudiantes por lo cual se eligió desarrollar una aplicación con realidad aumentada que nos brindara un manejo ágil, entendible y de fácil acceso, una herramienta para agilizar el desarrollo de prácticas y un conocimiento más significativo. En la figura 2 se muestra el logotipo desarrollado para la aplicación de AVACE.



Figura 2. Logotipo de AVACE

Fuente: Elaboración propia

El desarrollo de la aplicación consta del diseño de cada elemento en el software blender, se realizó marcadores que son los diagramas electrónicos de los diferentes circuitos predeterminados, se creó la base de datos en vuforia con las imágenes realizadas en blender, final mente se utilizó unity para enlazar los diseños de blender y la base de datos creando la realidad aumentada de cada uno de los circuitos definidos.

Esta aplicación consta de varias etapas en las cuales se desarrollan circuitos de práctica de laboratorio básicas y circuitos de electrónicos complejos donde se utilizan microcontroladores interactuado con elementos de control final y sensores para el desarrollo de prácticas avanzadas.

En la etapa de implementación fue realizada con estudiantes de las carreras de ingeniería electromecánica e ingeniería en sistemas computacionales del Instituto Tecnológico superior de San Martín Texmelucan, obteniendo resultados satisfactorios.

Es una aplicación que busca incorporarse en sector educativo fortaleciendo el aprendizaje en las diferentes disciplinas que están inmersas en el área de la electrónica y eléctrica. La diversidad en el aprendizaje exige que la tecnología sean un factor que impulse el conocimiento y a su vez el aprendizaje, con este proyecto se busca incrementar el entendimiento de la conexión e incorporando información básica del funcionamiento básico de cada elemento electrónico.

3. Resultados y discusión

En la figura 3 se muestra la conexión de un circuito paralelo de manera virtual, tal y como se vería de manera física en la tablilla de pruebas, teniendo la oportunidad de ver de forma virtual y en 3D para comparar el diagrama electrónico con la conexión real y lograr la conexión evitando conexiones erróneas y provocar cortocircuito durante el desarrollo de la práctica, evitando gastos innecesarios por la compra de material nuevo a tiempo que disminuimos la contaminación por desechos electrónicos.



Figura 3. Circuito paralelo virtual 3D

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4 se presenta un circuito paralelo, en la figura 5 un circuito de control y en la figura 6 observamos un circuito de monitoreo realizados en el software blender.

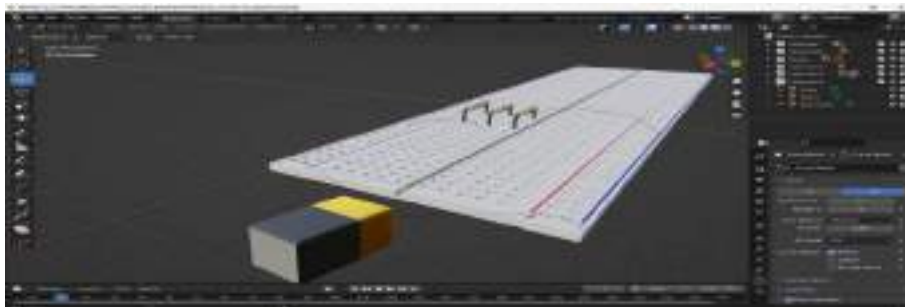


Figura 4. Circuito paralelo

Fuente: Elaboración propia

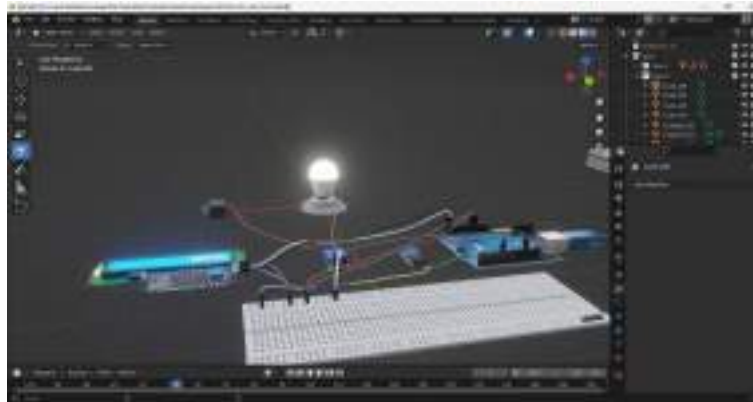


Figura 5. Circuito de control

Fuente: Elaboración propia

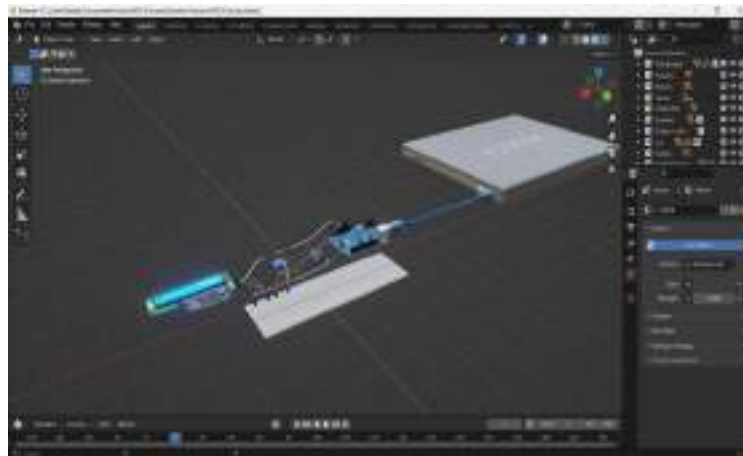


Figura 6. Circuito de monitoreo

Fuente: Elaboración propia

En la implementación de la aplicación observamos que los marcadores diagramas eléctricos y electrónicos juegan un papel muy importante para el funcionamiento, debido a que si el si la imagen no es diseñada de manera correcta la aplicación no reconoce el diagrama y no puede mostrar el circuito en realidad aumentada. Es por eso que se deben diseñar de manera correcta para no tener inconvenientes para el reconocimiento tanto de los circuitos como de los elementos. En la figura 7 se muestra la implementación de la aplicación.



Figura 7. Implementación de la aplicación

Fuente: Elaboración propia

La validación de la versión beta es importante para el desarrollo de las actualizaciones y mejoras para que el usuario tenga una experiencia satisfactoria al momento de utilizar AVACE como una herramienta de aprendizaje. En la figura 8 se muestra el resultado de una encuesta de validación de la aplicación.

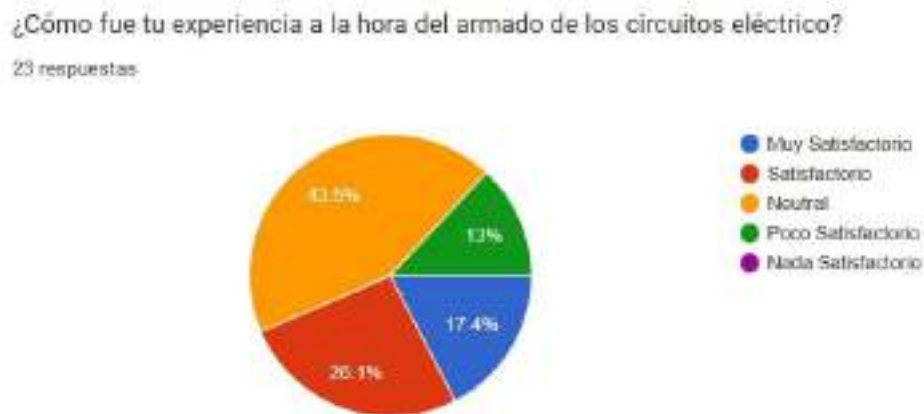


Figura 8. Gráfica de validación

Fuente: Elaboración propia

4. Conclusiones

La integración de circuitos electrónicos en dispositivos de realidad aumentada permite una mayor interacción, precisión y funcionalidad en las experiencias de los usuarios. Los sensores, procesadores y pantallas avanzadas son fundamentales para la creación de entornos inmersivos y enriquecedores.

AVACE es una herramienta para el reforzamiento de aprendizaje de conexión e interpretación de diagramas eléctricos y electrónicos, con la validación realizada en la institución antes mencionada no da un panorama positivo para su lanzamiento. Es importante estar consciente de las actualizaciones requeridas de manera continua.

El lanzamiento de AVACE en su versión beta está en proceso debido al desarrollo para los sistemas de Android y iOS, teniendo un desarrollo del 85% para la plataforma de iOS y un 98% para el lanzamiento debido a las normas y INDAUTOR.

5. Referencias

Abdulmuslih Alsirhani, M. (2012). Análisis de sistemas de realidad aumentada y metodología para el desarrollo de aplicaciones educativas [Tesis de Maestría]. Universidad Rey Juan Carlos

Grapsas, T. (15 de diciembre de 2019). Conoce la realidad aumentada y las posibilidades de interacción que la hacen sobresalir en el mundo digital. <https://rockcontent.com/es/blog/realidad-aumentada/>

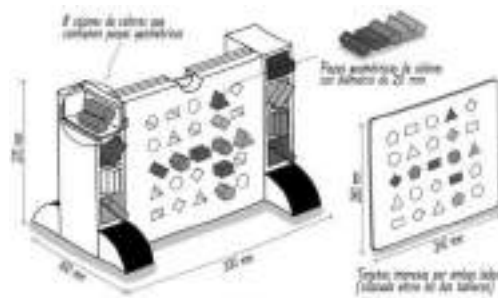
KeepCoding Team. (2022). Tipos de realidad aumentada. <https://keepcoding.io/blog/tipos-de-realidad-aumentada/>

Microsoft Dynamics 365. (2023). ¿Qué es la realidad aumentada o AR? <https://dynamics.microsoft.com/es-es/mixed-reality/guides/what-is-augmented-reality-ar/>

Ropero Moriones, E. (2023). La realidad aumentada aplicada a la educación. <https://value.universidadeuropea.com/la-realidad-aumentada-aplicada-a-la-educacion/#:~:text=La%20realidad%20aumentada%20puede%20ser,est%C3%A1%20estudiando%20en%20ese%20momento.>

Pedrajas, A. P. (2022). Uso didáctico de un laboratorio virtual para favorecer la progresión de los modelos mentales de los estudiantes sobre circuitos de corriente eléctrica. Bordón: Revista de Pedagogía, 74(4), 145–160. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8714333.pdf>





Diseño de batería para rehabilitación de destreza manual fina en pacientes con ACV

Jarquín, Guadalupe ¹, Rosas, González-Armando ², Clemente, Guerrero-Dulce María ³ y Angón, Paz-Talina Leticia ⁴

100. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Instituto de Diseño, gpe.jarquin@gmail.com
101. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Instituto de Diseño, arosas@mixteco.utm.mx
102. Universidad Tecnológica de la Mixteca, Instituto de Diseño, dulce@mixteco.utm.mx
103. Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca, Facultad de Medicina, tangon.fmc@uabjo.mx

Resumen: La destreza manual es la habilidad para manipular objetos con las manos, puede ser afectada por lesiones o padecimientos como el accidente cerebro vascular. Recuperar la destreza manual resulta una labor complicada en la rehabilitación ya que los materiales usados comúnmente son improvisados, carecen de los materiales y características adecuadas para evitar el aburrimiento o frustración de los pacientes. En esta investigación se diseñó una batería para rehabilitación de destreza manual fina que agrupa actividades cognitivas, de coordinación y de memoria; aplicando la metodología desarrollada por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial de Argentina. Se determinó que el material generado apoyará en un alto nivel las terapias brindadas tanto a personas con secuelas motrices derivadas de artritis reumatoide, enfermedad de Parkinson y accidente cerebro vascular; así como en la selección de personal en empresas, suplantando a test tradicionales para evaluar la velocidad, la coordinación viso-manual y la destreza manual fina.

Palabras clave: Accidente cerebro vascular, batería, destreza manual, rehabilitación, Terapia ocupacional

Abstract: Manual dexterity is the ability to manipulate objects with hands; it can be affected by injuries or conditions such as stroke. Recovering manual dexterity is a complicated task in rehabilitation because the materials commonly used are improvised, they lack adequate materials and characteristics to avoid boredom or frustration of patients. In this research, a battery for fine manual dexterity rehabilitation was designed that groups cognitive, coordination and memory activities; applying the methodology developed by the National Institute of Industrial Technology of Argentina. It was determined that the material generated will support at a high level the therapies provided to people with motor sequelae derived from rheumatoid arthritis, Parkinson's disease and stroke; as well as in the selection of personnel in companies, supplanting traditional tests to evaluate speed, visual-manual coordination and fine manual dexterity.

Keywords: Stroke, battery, manual skill, rehabilitation, occupational therapy.

1. Introducción

De acuerdo con Desrosiers et al. (1997), la destreza manual (DM) se refiere a la habilidad para manipular objetos con las manos; demanda una coordinación rápida de los movimientos voluntarios finos y gruesos, sustentados en cierto número o cantidad de capacidades; las cuales se desarrollan mediante el aprendizaje, el entrenamiento y la experiencia. Es fundamental para desarrollar actividades de la vida diaria del ser humano y cobra mayor relevancia en aquellos individuos que ejercen labores que demandan alta precisión en el manejo de las manos, como profesionales que se desempeñan en el área quirúrgica, odontólogos, relojeros, sastres, ensambladores de partes, etcétera (Arias et al., 2014). La DM se divide en dos tipos principales: La destreza gruesa que abarca movimientos menos refinados que requieren baja precisión de la mano y de los dedos, el objeto es comúnmente más grande y su manejo necesita movimientos más globales, en lugar de movimientos finos interdigitales. Por su parte, la destreza fina implica la habilidad de manipular objetos pequeños ocupando la parte distal de los dedos, ésta involucra el movimiento rápido y preciso de los dedos (Mathiowetz, 1985).

El accidente cerebro vascular (ACV) es una lesión neurológica aguda que se caracteriza por la presencia de una disfunción focal del tejido cerebral (desequilibrio entre el aporte y el requerimiento de oxígeno) (Sequeiros et al., 2020). Si bien el ACV puede ocurrir a cualquier edad, aproximadamente el 75% de ellos ocurren en adultos mayores de 65 años y el riesgo se duplica en cada década a partir de los 55 años. Dentro de los factores de riesgo tradicionales asociados con un incremento notable en su prevalencia e incidencia se encuentran patologías como la hipertensión arterial, tabaquismo, obesidad y diabetes mellitus. Además, se tienen factores de riesgo no tradicionales que menormente se relacionan con su incidencia o prevalencia; como el consumo de sustancias estupefacientes como la cocaína, el consumo excesivo de alcohol, la presencia del síndrome de inmunodeficiencia adquirida (SIDA), la deficiencia de vitamina D o de proteína C (Borja et al., 2021). El ACV representa la segunda causa de muerte y discapacidad en el mundo,



generalmente provoca secuelas graves a largo plazo que interfieren en la calidad de vida de los pacientes, atrofiando su DM fina. El impacto multidimensional de la enfermedad necesita de una intervención que no solo esté dirigida a evitar el proceso lesivo tisular, sino que contemple una perspectiva integral y dinámica del afectado y de su contexto, que tienda al mejoramiento de su calidad de vida y la de sus familiares, en ello realiza aportes notables la terapia ocupacional (TO) (Borja et al., 2021).

Jiménez & Lorenzo (2020) establecen a la TO como el uso terapéutico de las actividades de cuidado, trabajo y juego para incrementar la independencia funcional, aumentar el desarrollo y prevenir la incapacidad; esto puede incluir la adaptación de tareas o del entorno para alcanzar la máxima independencia y para aumentar la calidad de vida. El terapeuta ocupacional es el profesional que utiliza actividades terapéuticas, de cuidado personal, de cuidado del hogar y recreativas para facilitar o aumentar al máximo el nivel de función del afectado; para ello evalúa tanto sus aspectos psicosociales como los aspectos físicos en función del contexto total del tratamiento. Recuperar la DM fina en pacientes que sufrieron un ACV es una tarea compleja debido al aburrimiento, estrés o frustración que pueden generar las actividades o materiales utilizados en la rehabilitación; los cuales son generalmente componentes improvisados, están hechos con materias primas inadecuadas y carecen de propiedades antropométricas y ergonómicas (Pérez & González, 2005). Asimismo, en México la mayoría de los productos ocupados en las terapias deben importarse y sus costos son elevados. Por lo tanto, en esta investigación se desarrolló una batería para rehabilitación de DM fina en pacientes con ACV; que reúne actividades cognitivas, de coordinación y de memoria; cumpliendo con requerimientos antropométricos y ergonómicos.

2. Metodología

La investigación generada se centró en el desarrollo conceptual de una batería para la rehabilitación de la DM fina en pacientes afectados por el ACV. Por lo tanto, se utilizó la metodología propuesta por el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI, 2009) de Argentina, la cual consta de las siguientes 7 etapas:



Figura 1. Metodología aplicada.

Fuente: INTI, 2009.

No obstante, se ejecutaron las siguientes cuatro etapas acorde con las metas de la investigación.

2.1 Definición Estratégica

Se definió el problema a solucionar, posteriormente se analizó la legislación nacional e internacional relacionada con el producto. Igualmente, se hizo un análisis comparativo de productos, se entrevistó a pacientes y terapeutas ocupacionales. A partir de esto, se establecieron los siguientes requerimientos de diseño para el proyecto:

- Que otorgue seguridad y control en su manipulación.
- Que sea práctico y cómodo.
- Que sea atractivo para los pacientes.
- Que ejercite la DM fina.

2.2 Diseño de Concepto

A continuación, se conceptualizó la batería para rehabilitación estableciendo sus aspectos perceptivos y utilitarios, conjuntos y subconjuntos, geometría, vínculos entre partes y materiales por utilizar. Se estableció que las destrezas manuales por desarrollar serán la pinza bidigital, pinza tridigital, pinza tetradigital y movimiento de prono-supinación; además de la coordinación viso-manual. También se dimensionaron los componentes de acuerdo con las recomendaciones antropométricas para adultos brindadas por Ávila et al. (2007). Se proyectaron diferentes dinámicas interactivas con piezas pequeñas pesadas, ocupando materiales como MDF, PLA, madera y papel naípe. Se concibió una interacción en donde el paciente ensamblara componentes, se brindó una estética moderna a la batería con variedad de texturas, geometrías y colores de alto contraste que generen una alta estimulación sensorial conforme a las sugerencias dadas por Bedolla (2002).

2.3 Diseño en Detalle

La propuesta conceptual generada (véase Figura 2) constará de dos tableros verticales que estarán uno a espaldas del otro, se encontrarán unidos en sus laterales por dos cajoneras que en su base contarán con un par de elementos sobresalientes que se ensamblarán a presión y funcionarán como estabilizadores. Se tendrán tarjetas que serán introducidas entre ambos tableros y determinarán el desarrollo de las actividades. El primer tablero estará compuesto por 8 cajones en sus laterales y en el centro tendrá una superficie perforada con diferentes figuras geométricas. Los cajones poseerán diferentes colores y en su interior almacenarán diferentes piezas geométricas que coincidirán con colores y perforaciones del tablero, la tarjeta que se introducirá por detrás determinará las figuras y colores que se colocarán. Al finalizar la actividad, las piezas se colocarán en el cajón del color correspondiente. El segundo tablero incluirá piezas giratorias en el centro y un cajón en la parte inferior, la base de las piezas será circular se le removerá una sexta parte de su superficie, las piezas contarán con un elemento sobresaliente rectangular con el que podrán girarse hasta alinearlas con el color de la tarjeta introducida. En el interior del cajón inferior se almacenarán pinzas con diferentes colores que corresponderán a los que poseen las tarjetas y que se colocarán en la parte



sobresaliente de las piezas giratorias acorde con el color que corresponda, las pinzas contarán con diferentes grados de resistencia al aperturarse.

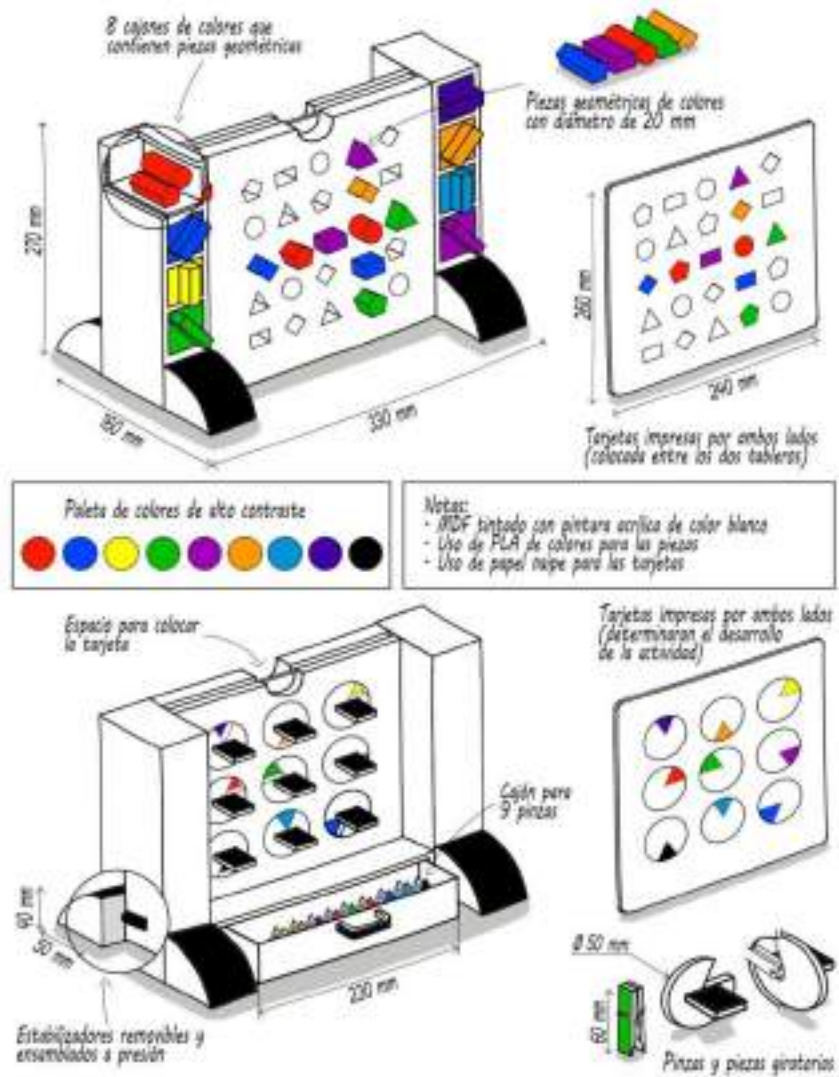


Figura 2. Conceptualización de la batería para rehabilitación.

Fuente: Propia.

2.4 Verificación y Testeo

En esta fase se verificó que el producto conceptualizado cumpliera efectivamente con los requerimientos de diseño establecidos en la “Definición Estratégica”. Para ello, se realizaron evaluaciones con una especialista de la Asociación Oaxaqueña de Terapia Ocupacional (AOTO) y con un par de pacientes adultos afectados por el ACV (véase Figura 3), empleando un prototipo de baja fidelidad que fue elaborado con papel batería, cartulina y pintura vinílica.



Figura 3. Usuario evaluando el prototipo.

Fuente: Propia.

3. Resultados y Discusión

Para el análisis hecho por la terapeuta de la AOTO, se presentó una exposición gráfica y técnica del concepto generado, se mostraron las características dimensionales, funcionales y formales de la batería para rehabilitación. Se evaluó el grado de cumplimiento de los requerimientos de diseño empleando una escala tipo categórica, en donde un puntaje de 1 indicó que el concepto no cumplió con el requerimiento, 2 señaló que cumplió el requerimiento con bajo nivel, 3 significó que cumplió moderadamente con el requerimiento y 4 implicó que cumplió en un alto nivel con el requerimiento. La Tabla 1 muestra los resultados derivados del análisis, se advierte que la batería diseñada logró un puntaje total de 15, esto indica que cumplió con la mayoría de los requerimientos estipulados en un alto nivel.

Tabla 1. Evaluación de especialistas.

Requerimiento/Puntaje	1 (no cumplió)	2 (bajo nivel)	3 (moderadamente)	4 (alto nivel)
- Que otorgue seguridad y control en su manipulación.				*
- Que sea práctico y cómodo.				*
- Que sea atractivo para los pacientes.			*	
- Que ejercite la DM fina.				*
TOTAL:				15

Fuente: Propia.



Por otra parte, se realizó una prueba de usabilidad con un par de pacientes adultos que sufrieron ACV y se encuentran en la última fase de rehabilitación para DM fina (véase Figura 3), el tamaño de la muestra se determinó conforme a las recomendaciones brindadas por Nielsen (1993). Cada paciente por separado desarrolló las actividades contempladas utilizando la batería sobre una mesa y con la supervisión de un terapeuta ocupacional; al finalizar la dinámica se les proporcionó un formato de evaluación para medir la usabilidad de la batería proyectada ocupando una escala tipo Likert, en donde un puntaje de 0 implicó que el prototipo no fue usable, 1 significó que el prototipo fue casi nada usable, 2 señaló que el prototipo fue poco usable, 3 indicó que el prototipo fue bastante usable y 4 implicó que el prototipo fue muy usable. La Tabla 2 presenta los resultados obtenidos, se observa que el concepto obtuvo un puntaje total de 12, esto significa que fue muy usable.

Tabla 2. Evaluación con pacientes.

Requerimiento/Puntaje	0 (no usable)	1 (casi nada usable)	2 (poco usable)	3 (bastante usable)	4 (muy usable)
¿Fue fácil abrir el prototipo?					*
¿Fue fácil manipular las piezas?					*
¿Fue fácil entender cómo realizar las actividades?					*
TOTAL:					12

Fuente: Propia.

4. Conclusiones

De acuerdo con la investigación realizada con los terapeutas ocupacionales, se determinó que para rehabilitar la DM fina en pacientes adultos que sufrieron ACV es preponderante desarrollar actividades de pinza bidigital, pinza tridigital, pinza tetradigital, movimiento de prono-supinación y la coordinación viso-manual; principalmente en la última fase de terapias.

Los terapeutas que colaboraron en el estudio mencionaron que la batería desarrollada podría ocuparse para examinar la velocidad, la coordinación viso-manual y la DM fina; tanto en pacientes con trastornos que afectan la motricidad manual como la artritis reumatoide, enfermedad de Parkinson, entre otros; como para la selección de personal en empresas; suplantando materiales ya desarrollados como el Test Purdue Pegboard, la Prueba de función de la mano de JEBSEN, la Prueba de Destreza Manual de Minnesota y la Prueba de partes pequeñas de Crawford.

El material diseñado cumplió en un alto nivel con aspectos de practicidad, comodidad, estética, seguridad y control en su manipulación.



5. Referencias

1. Arias, L. M., Camacho, M. I., Cruz, E. & Amaya, M. (2014). Estándares del test de Minnesota de destreza manual en una muestra de adultos residentes en cuatro localidades de Bogotá. *Morfología*, 6 (3), 3-19.
2. Avila-Chaurand, R., González-Muñoz, E. L. & Prado-León, L. R. (2007). Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile. (2a ed.). Universidad de Guadalajara.
3. Bedolla, D. (2002). Diseño sensorial. Las nuevas pautas para la innovación, especialización y personalización del producto [Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Cataluña]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/94136>
4. Borja, M. A., Toasa, A. S., Rodríguez, A. E. & Prieto, M. G. (2021). Accidente cerebrovascular y complicaciones en adultos mayores hospital León Becerra, Milagro - Ecuador. *Revista Científica Mundo de la Investigación y el Conocimiento*, 5 (1), 4-16.
5. Desrosiers, J., Hebert, R., Rochette, A. & Bravo, G. (1997). The Minnesota Manual Dexterity Test: reliability, validity and reference values studies with healthy elderly people. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 64 (5), 270-276.
6. INTI (2009). Proceso de diseño, fases para el desarrollo de productos. <https://karabato.files.wordpress.com/2009/12/proceso.pdf>
7. Jiménez, A. & Lorenzo, O. M. (2000). La terapia ocupacional. *Medicina Integral*, 36 (3), 105-108.
8. Mathiowetz, V., Volland, G., Kashman, N. & Weber, K. (1985). Adult norms for the Box and Block Test of manual dexterity. *American Journal of Occupational Therapy*, (39), 386-391.
9. Nielsen, J. (1993). *Usability Engineering*. Morgan Kaufmann.
10. Pérez, J. E. & González, A. P. (2005). Diseño de un instrumento para la evaluación de patrones básicos de movilidad para adultos con lesión de neurona motora superior - UAM 2002. *Revista Iberoamericana de Fisioterapia y Kinesiología*, 8 (2), 48-58.
11. Sequeiros, J. M., Alva, C. A., Pacheco, K. & Huaranga, J. (2020). Diagnóstico y tratamiento de la etapa aguda del accidente cerebrovascular isquémico: Guía de práctica clínica del Seguro Social del Perú (EsSalud). *Acta Médica Peruana*, 37 (1), 54-73.



Desarrollo de un Sistema de Registro y Control de Calidad de Producción

Sánchez, Palacios Danna Noemy¹, Ortiz, Quiroz Renata², Mendieta, Reyes Jesús Fidel³

- 1 División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270115@smartin.tecnm.mx
- 2 División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270109@smartin.tecnm.mx
- 3 División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx

Resumen: El proyecto "Desarrollo de un Sistema de Registros y Control de Calidad de Producción usando Excel y Minitab en una empresa de fabricación de muebles sanitarios, consistió en desarrollar un sistema de registro para el control de parámetros de calidad, se identificaron las necesidades de la empresa y de cada uno de los procesos que la constituyen, generando formatos específicos para cada área, con resultados presentados gráficamente mediante Excel y Minitab. Además, se creó un manual conforme a las pruebas de calidad aplicadas y gráficas que permiten la trazabilidad y análisis del desempeño en calidad. Se utilizó Power BI para elaborar un modelo de datos e informes por área, y se capacitó al personal para asegurar un uso eficiente del nuevo sistema, el cual permitirá a la empresa adentrarse de una forma específica a la calidad de la empresa, creando una trazabilidad en los procesos y permitiendo así la toma de decisiones para planes de acción.

Palabras clave: Calidad, Formato, Manual, Pruebas de Calidad, Registro de Control.

Abstract: The project "Development of a Production Quality Control and Records System using Excel and Minitab in a sanitary furniture company, consisted of developing a record system for control, the needs of the company and each individual were identified. Of the processes that constitute it, generating specific formats for each area, with results presented graphically using Excel and Minitab. In addition, a manual was created in accordance with the applied quality tests and graphics that allow traceability and analysis of quality performance. Power BI was used to develop a data model and reports by area, and staff were trained to ensure efficient use of the new system, which will allow the company to delve into the quality of the company in a specific way, creating traceability. In the processes and thus allowing decision making for action plans.

Keywords: Quality; Formats, Manual, Quality Tests, Control record.

1. Introducción

Las pruebas de calidad son fundamentales para garantizar el cumplimiento de los estándares en la industria, la satisfacción del cliente y lograr posicionarse en el mercado como una competencia sólida. Un enfoque estructurado para adquirir y registrar instrucciones de muestreo es esencial.

Sin embargo, en la empresa de fabricación de muebles sanitarios, se han identificados problemáticas enfocadas a variaciones significativas en la calidad de productos como las tazas de baño y tanques durante de las etapas de producción, lo que causa la dificultad al identificar puntos críticos a lo largo del proceso donde se generan defectos retrasando la toma de medidas correctivas oportunas. Para tratar esta problemática, el proyecto tiene como objetivo el desarrollo de un sistema eficiente de registros y control de calidad mediante el uso de Excel y Minitab, lo cual permitirá el registro, análisis y monitoreo de los datos de calidad a lo largo de todas las etapas del proceso, dando pauta al aseguramiento de la calidad desde el manejo de la materia prima hasta el producto terminado. Enfoques similares en el análisis estadístico y monitoreo de procesos han demostrado que el uso de Indicadores Claves de Desempeño (KPIs) adecuados en la industria permite anticiparse a los problemas alineando a todo el personal a los objetivos y estrategias, además de que se requiere que se cumplan con el mínimo número de indicadores que sean capaces de garantizar con información constante en tiempo real y precisa y controles basados en datos contribuyen significativamente a reducir defectos y mejorar la eficiencia operativa, por lo tanto, este proyecto toma un enfoque que busca la integración de los conceptos con el fin de proporcionar a la empresa de fabricación de muebles sanitarios, un marco robusto para lograr una toma de decisiones informada y abrir el panorama a una mejora continua.

Introducir el sistema de control de calidad basada en registros concederá el acceso a una producción eficiente y de calidad, el monitoreo periódico del comportamiento de las áreas y reducirá costos asociados con productos defectuosos, generando un impacto positivo en la percepción del cliente y el posicionamiento de la empresa en el mercado.

2. Delimitación contextual

Este proyecto se realizó en el área de producción de la empresa de fabricación de muebles sanitarios, abarcando 11 áreas identificadas dentro de la planta: Materia prima, diseño, moldes, pasta, vaciado, invernadero, esmalte, esmaltado, clasificación y calidad. Este proyecto enmarca la necesidad de optimizar recursos y estandarizar operaciones en una industria, reconociendo la importancia del control de la calidad por medio de las pruebas realizadas en cada área, por ello la realización de formatos específicos por área y pruebas.



Con el fin de lograr una trazabilidad para el control de defectos y piezas afectadas, una mayor comprensión de las interdependencias entre áreas y la relevancia de un control uniforme para evitar inconsistencias.

3. Metodología

La metodología utilizada en este proyecto fue diseñada con un enfoque práctico y replicable, permitiendo el análisis de los procesos por medio de elementos gráficos que conceden el entendimiento del comportamiento de las áreas con base a las pruebas de calidad y toma de decisiones con base a la interpretación de resultados.

El proyecto se desarrolló por medio de fases con base a los objetivos específicos; comenzando por el diagnóstico o contextualización de la empresa, en la que se buscó conocer la forma en la que la empresa llevaba el control de calidad según las áreas, yendo desde lo general hasta lo particular, se realizó por medio de cuestionarios y observación directa del desarrollo de las actividades, estableciendo así el punto de partida del proyecto planteando el diseño de formatos de pruebas de calidad por área y proceso. Seguido de esto, se diseñaron los formatos pertinentes de acuerdo con las necesidades y especificaciones de las áreas, creando un ambiente que promovió la retroalimentación constante entre los encargados y el equipo. Permitiendo la implementación de los formatos en cada área durante un periodo considerable para obtener datos representativos con el fin de lograr documentar el comportamiento de las variables críticas en los procesos, se procesaron los datos por medio de Minitab y Excel, generando gráficas y análisis adaptados a las pruebas, facilitando la interpretación de resultados y la identificación de patrones y tendencias que inciden en la calidad del producto. Consolidándose en un monitoreo integral apoyándose de un manual, además se hizo uso de Power Bi para diseñar una base de datos interactiva que muestra el comportamiento de las variables de manera clara y accesible. Finalmente, con base en los hallazgos obtenidos, se propusieron mejoras específicas para cada área.

4. Desarrollo

El proyecto se realizó en etapas clave que permitieran abordar de forma efectiva la variabilidad dentro de la calidad en los procesos de producción dentro de la empresa de fabricación de muebles sanitarios.

Comenzando por la contextualización conociendo las áreas, se crearon cuestionarios específicos dirigidos a los encargados teniendo como objetivo identificar las pruebas realizadas, formatos existentes y principales dificultades detectadas durante el proceso de producción, asimismo se realizó la observación directa del desarrollo de actividades y pruebas dentro de cada área. Lo que permitió que la información recolectada se utilizara para el diseño de nuevos formatos de recolección



de datos, involucrando las pruebas de calidad realizadas, variables específicas, métodos de toma de muestras, equipos y metodologías, sin embargo, no hay que dejar de un lado el enfoque a resultados.

Estos nuevos formatos tuvieron que pasar de forma obligatoria por una constante retroalimentación y validación hasta que los encargados de las áreas consideraran que tenían los apartados suficientes para el cumplimiento de las pruebas y que su accesibilidad y usabilidad fueran las correctas sin interrumpir sus actividades, Figura 1. Además de que se identificaron los KPIS con base a las pruebas fundamentales de calidad, en caso de la imagen, se consideraron como KPIS el Tiempo de llenado, Tiempo de formado, Tiempo de reposo, espesor, temperatura y humedad del área, así se realizaron de forma consecutiva en el resto de las áreas.

					FORMATO DE REGISTRO DE PRUEBA DE CALIDAD										CÓDIGO: FRPC-006		
AREA		VACIADO TAZA			ENCARGADO:												
Nº DE LINEA	MODELO	FECHA	Nº DE PIEZAS VACIADOS	Nº DE PIEZAS PERDIDAS	GENERALIDADES						ESPESOR	CUERPO			ESPESOR	TEMPERATURA	HUMEDAD
					RN												
					TIEMPOS							TIEMPOS					
					LLENADO	FORMADO	REPOSO					LLENADO	FORMADO	REPOSO			
1																	
2																	
3																	
4																	
5																	
6																	
7																	
8																	
9																	
10																	
11																	
12																	

Figura 1. Formato de Registro de Calidad: Vaciado
Fuente: Elaboración Propia.

La implementación permitió la recolección de datos para enfocarse al ámbito estadístico en el que comienza a tomar forma la información tabulada a una forma más gráfica y dinámica de identificar los KPIS, comportamiento del proceso y reflejo de los resultados de las pruebas. Para el procesamiento de resultados se hizo uso de herramientas estadísticas, tales como Minitab, estudios han demostrado que la integración de Minitab permite mejorar la eficiencia de los procesos industriales al apoyar en el análisis y visualización de datos complejos, como las regresiones, correlaciones y pruebas de hipótesis, lo cual facilita la toma de decisiones basadas en datos y optimiza los resultados en proyectos de mejora continua, Bihi, A. (2020), Figura 2, y Microsoft Excel, siendo esenciales para el vaciado de bases de datos creadas y el análisis de tendencias, variabilidad y comportamiento de variables clave.



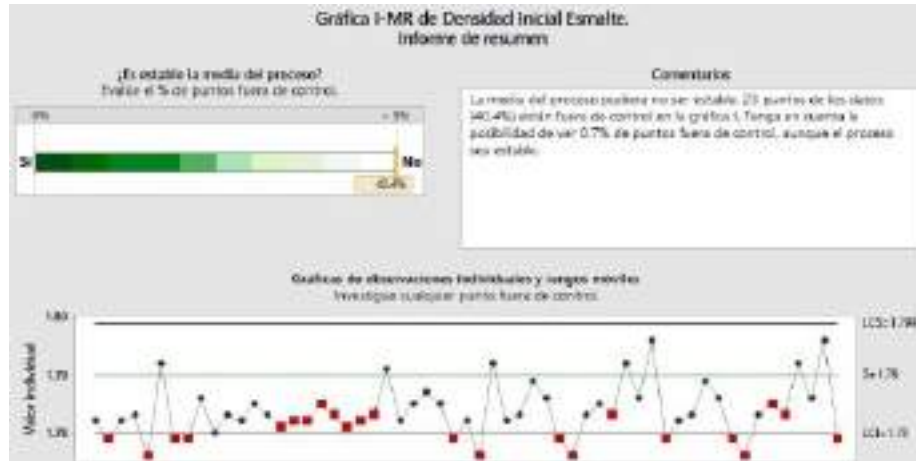


Figura 2. Gráfica de Control Minitab: Densidad Inicial Esmalte

Fuente: Elaboración Propia.

Con base en estas gráficas, se realizó un Manual de apoyo con enfoque a Minitab, que permitió analizar los factores estadísticos, el comportamiento de las gráficas específicas por prueba además de integrar metodologías, interpretación de estadísticos, objetivo y posibles tendencias como apoyo para la toma de decisiones.

A partir de estos resultados, se desarrolló un sistema de monitoreo integral para facilitar el seguimiento del comportamiento de las áreas y los indicadores propuestos. Este se implementó por medio del uso de Power Bi ofrece una variedad de opciones de visualización, incluyendo gráficos, mapas y matrices, que ayudan a presentar los datos de manera efectiva, Figura 3. Esta plataforma es especialmente útil para sectores como el financiero y la manufactura, donde la actualización automática de datos y el análisis en tiempo real permiten ajustar estrategias rápidamente, mejorando la competitividad y la satisfacción del cliente (D4B, 2023).



Figura 3. Gráfica de control Power Bi: Densidad

Fuente: Elaboración propia

Con base a los resultados obtenidos, se propusieron planes de acción y observaciones, tales como la implementación de los nuevos formatos y crear la concientización del llenado obligatorio de los mismos en cada área para crear una sinergia y un seguimiento constante, promoviendo la mejora continua, donde las metas deben ser específicas, medibles, alcanzables, realistas y con un plazo determinado para garantizar claridad y enfoca (Downs & Hodge, 2022), así como la capacitación continua del personal para el registro adecuado de los datos y el ajuste periódico del sistema de monitoreo para mantenerlo alineado con las necesidades cambiantes del proceso, ya que el uso incorrecto de ciertos indicadores estadísticos, puede llevar a interpretaciones erróneas y afectar la calidad de los estudios, resaltando la importancia de la capacitación estadística adecuada para investigadores (Badii et al., 2007; Morante, 2021).

5. Conclusiones

El proyecto ha demostrado que el desarrollo de un sistema de registros y control de calidad de producción con el uso de Minitab y Excel en la empresa de fabricación de muebles sanitarios, puede promover de manera significativa la detección de errores de una manera gráfica y la reducción de defectos y errores dentro de las once áreas que abarcan desde la materia prima, producto semiterminado, siendo este un parteaguas entre el manejo descuidado de los formatos y producto de pruebas de calidad actuales en contraste a los diseñados durante el desarrollo del proyecto, además de que es un proyecto que tiene posibilidad de seguimiento y promueve la mejora continua dentro de la empresa. A través del diagnóstico inicial, el diseño de nuevos formatos de recolección de datos, la aplicación de herramientas estadísticas avanzadas y el uso de sistemas de monitoreo

interactivo, fue posible identificar y abordar áreas críticas en los procesos productivos que afectaban la calidad.

En este sentido, futuros trabajos podrían centrarse en el desarrollo de sistemas de automatización para la recolección de datos, ya que la automatización reduce el tiempo dedicado a tareas repetitivas, como la entrada y análisis de datos, lo que permite que los empleados se centren en actividades de mayor valor (Johanes & Siallagan, 2024), lo cual reduciría el margen de error y mejoraría aún más la precisión del sistema de monitoreo. En conclusión, el proyecto ha demostrado que la implementación de herramientas de monitoreo de calidad basadas en datos y la mejora continua de los procesos productivos son elementos clave para garantizar una mayor eficiencia y calidad en la producción. Los resultados obtenidos validan el enfoque adoptado y proporcionan una base sólida para la mejora futura de los procesos en la empresa de fabricación de muebles sanitarios, así como para su posible replicación en otras plantas de la industria.

6. Referencias

1. Badii, M. H., Castillo, J., Rositas, R., & Ponce, G. (2007). Papel de la estadística en la investigación científica. *Innovaciones de Negocios*, 4(7), 107–145. <https://doi.org/10.29105/rinn4.7-5>
2. Bihi, A. (2020). *Efficiency and performance in Lean Six Sigma implementation with Minitab*. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 13(4), 1020-1034.
3. Budi, Johanes., Manahan, Siallagan. (2024). 1. Driving Business Growth through Data Decision Making: The Role of Marketing Automation. *International Journal of Current Science Research and Review*, doi: 10.47191/ijcsrr/v7-i8-16
4. D4B. (2023). *Microsoft Power BI, el mejor aliado empresarial*. Recuperado de <https://d4b.mx>
5. Sylvester, Ronald, Downs., Dean, Hodge. (2022). 3. How to write an action plan with a nurse or nursing student. *RCN nursing standard*, doi: 10.7748/ns.2022.e11839



Diseño de una Herramienta Web para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en el Sector Hotelero de Valladolid, Yucatán

Coboj, Olivarez-Luis Fernando¹, Ruiz, Patrón-Delghi Yudire^{2*}, Santos, Tejero-Jesús Antonio³.

¹ Residente de Ingeniería en Sistemas Computacionales, TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, l20070027@valladolid.tecnm.mx

² Profesora Titular A, carrera de Ingeniería Ambiental, TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, delghi rp@valladolid.tecnm.mx (Autor de correspondencia).

³ Profesor de Asignatura C, carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, TecNM/Instituto Tecnológico Superior de Valladolid, jesus.st@valladolid.tecnm.mx

Resumen: El artículo aborda el diseño de una plataforma web destinada a la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en el sector hotelero de Valladolid, Yucatán, en respuesta a los crecientes desafíos ambientales generados por la rápida urbanización y el aumento de desechos. Desarrollada en el marco del proyecto "Mejora del manejo de los RSU en el Sector Hotelero de Valladolid", la herramienta centraliza la recolección y visualización de datos para optimizar el monitoreo y la toma de decisiones. Utilizando Laravel 11 y MySQL, se implementó un sistema de gestión eficiente, facilitando la adopción de prácticas sostenibles. Los resultados evidencian su potencial replicabilidad y su capacidad para contribuir a la sostenibilidad regional mediante estrategias adaptadas al contexto local.

Palabras clave: Diseño, Plataforma web, Residuos Sólidos Urbanos, Sector Hotelero, Gestión de Residuos.

Abstract: This article discusses the design of a web platform aimed at managing municipal solid waste (MSW) in the hotel sector of Valladolid, Yucatán, in response to the growing environmental challenges generated by rapid urbanization and waste increase. Developed within the framework of



the project "Improvement of MSW Management in the Hotel Sector of Valladolid," the tool centralizes data collection and visualization to optimize monitoring and decision-making. Built with Laravel 11 and MySQL, the system supports efficient waste management, facilitating the adoption of sustainable practices. The results demonstrate its potential for replicability and its ability to contribute to regional sustainability through strategies adapted to the local context.

Keywords: Design, Web Platform, Municipal Solid Waste, Hotel Sector, Waste Management

1. Introducción

En la actualidad, así como en el pasado los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) han sido un tema de vital importancia en la sociedad, de acuerdo con el Banco Mundial (2018) la gestión de residuos sólidos urbanos es uno de los retos más importantes que enfrentan las ciudades en crecimiento. En México, de acuerdo a datos emitidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT], (2020) a diario se generan más de 120,128 mil toneladas de residuos sólidos urbanos. Por su parte Valladolid, Yucatán, hoy en día enfrenta un gran reto, pues la rápida urbanización y el aumento en la producción de desechos han generado una necesidad urgente de implementar estrategias para su correcta disposición. En este contexto, nace la importancia de desarrollar herramientas tecnológicas que permitan monitorear y optimizar la recolección y manejo de estos residuos, así como, es fundamental contar con plataformas digitales que favorezcan a una gestión más eficiente y a reducir el impacto ambiental de estos residuos en rellenos sanitarios.

En este sentido, los hoteles, como grandes generadores de residuos, tienen un papel clave en la adopción de prácticas más sostenibles. Aunque muchos hoteles han implementado medidas para minimizar su impacto ambiental, la ausencia de herramientas tecnológicas adecuadas ha limitado su capacidad para registrar, monitorear y analizar eficazmente los datos relacionados con la producción de residuos. El diseño de una plataforma web para la gestión de estos datos representa una oportunidad para facilitar el seguimiento y promover una gestión de residuos de manera más responsable basada en datos en tiempo real.

Un ejemplo de ello es el hotel Posada San Juan, el cual implementa diversas prácticas de sostenibilidad, como la captación de agua pluvial, el uso de energía solar, tratamiento de aguas residuales, separación, segregación y reciclaje de los residuos sólidos (venta de residuos inorgánicos, mientras que los orgánicos frescos se procesan en composta o se destinan como alimento para animales de granja). Además, compran insumos y productos de limpieza locales y a granel, y colaboran con organizaciones como Amigos de Sian Ka'an y Escalando Fronteras para promover la conservación y el desarrollo comunitario (Hotel Posada San Juan, 2024).

Ante esta oportunidad, se propone una contribución innovadora, el diseño de una plataforma web específicamente creada para almacenar, analizar y visualizar los datos de residuos generados por los hoteles. Esta herramienta está pensada para optimizar el seguimiento de la gestión de residuos



y facilitar la toma de decisiones informadas, brindando a los establecimientos un recurso para mejorar continuamente sus prácticas de sostenibilidad. Al integrar tecnología y gestión ambiental desde el diseño, la plataforma web permitirá anticipar tendencias y fortalecer las estrategias de manejo responsable en el sector hotelero.

En la ciudad de Valladolid, Yucatán, México, la gestión de los RSU representa un desafío creciente, especialmente en sectores de alto impacto ambiental como el hotelero. Se ha identificado la necesidad de un análisis exhaustivo que permita no solo registrar y gestionar los datos de residuos, para entender los patrones de generación y disposición de los mismos en función de las características específicas de la localidad. Este análisis detallado busca proponer soluciones contextualizadas y ajustadas a las prácticas y necesidades propias de los establecimientos de la región, fortaleciendo así el compromiso con la sostenibilidad ambiental y la responsabilidad social del sector hotelero de Valladolid.

Como parte fundamental de este esfuerzo, se ha diseñado una plataforma web que facilita la recolección, visualización y análisis de los datos de residuos generados en los hoteles de Valladolid. Esta herramienta digital actúa como un sistema centralizado para almacenar información en tiempo real, ofreciendo a los usuarios una interfaz accesible para el monitoreo continuo de la generación de residuos. De esta forma, la plataforma no solo apoya a los gestores hoteleros en la mejora continua de sus prácticas de sostenibilidad, sino que también representa un recurso valioso para los ingenieros ambientales, y público en general, quienes pueden acceder a datos precisos y actualizados sobre los residuos sólidos generados y las prácticas de manejo en el sector.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar el diseño de una plataforma web que centraliza la información y facilita el análisis detallado de los RSU en Valladolid. Al concentrar los datos, esta herramienta ofrece una vía accesible para comprender en profundidad las cantidades y subproductos de los residuos generados, así como para monitorear las prácticas de manejo implementadas en los hoteles. La disponibilidad de esta información, a través de una plataforma de fácil acceso, permitirá la toma de decisiones más informada y sostenible, incentivando al sector hotelero a adoptar estrategias de manejo de residuos más efectivas y alineadas con los principios de sostenibilidad. Además, sienta las bases para un modelo de gestión que puede ser replicable en otras regiones turísticas, contribuyendo al esfuerzo global de conservación ambiental.

2. Sustento teórico.

El presente trabajo se enmarca en el contexto de la ciudad de Valladolid, Yucatán, una región que ha experimentado un crecimiento turístico significativo en los últimos años. Se prevé que con la puesta en marcha del Tren Maya y el aeropuerto de Tulum, Quintana Roo, la región Oriente, en particular Valladolid, incrementará significativamente en cuanto al turismo. Según Noé Rodríguez Cervera, expresidente de la Asociación de Hoteles y Hostales, el año 2024 marcará un punto de



auge para el sector turístico, lo que contribuirá a un mayor desarrollo económico en la ciudad (Diario de Yucatán, 2023). Como resultado de este desarrollo, es de observarse como hoy en día, los hoteles de la zona han aumentado su capacidad de alojamiento, lo que ha generado una mayor producción de RSU. En muchas ciudades, los datos sobre la generación de residuos sólidos y frecuentemente dependen de estimaciones antiguas, incluso de hasta más de diez años.

En la región, la gestión de los RSU enfrenta desafíos de suma importancia los cuales deben de ser atendidos con urgencia, ya que día con día son más el número de tiraderos clandestinos, aunado a las malas prácticas que todavía predominan en el municipio, como la incorrecta clasificación de los residuos y la quema de estos mismos. De acuerdo con un estudio realizado, se implementaron metodologías participativas para diseñar un plan de manejo integral de residuos, adaptado a las necesidades locales y basado en normativas ambientales de México. Este plan promueve la clasificación y valorización de residuos, incentivando tanto la reutilización como el reciclaje, lo cual no solo reduce la generación de residuos, sino que también contribuye al ahorro de recursos y disminuye el impacto ambiental (Pool, Cetina, & Ruiz, 2020).

La plataforma web desarrollada para el sector hotelero en Valladolid representa una herramienta innovadora que fortalece el manejo de los RSU mediante la digitalización y accesibilidad de los datos. Al centralizar la información en un sistema de fácil acceso, esta plataforma facilita un seguimiento constante y eficiente de las prácticas de gestión y valorización de residuos. A diferencia de los métodos convencionales documentados en estudios previos, que suelen depender de la recolección manual de datos y encuestas, esta herramienta permite el almacenamiento, análisis y visualización de la información en tiempo real. Esto no solo simplifica la clasificación de los residuos, sino que también impulsa su valorización, al permitir identificar los tipos y volúmenes de residuos generados, así como su potencial para ser reutilizados o reciclados. La contribución tecnológica de esta plataforma minimiza la necesidad de intervenciones de monitoreo frecuentes, optimizando tanto los recursos humanos como económicos que los hoteles dedican al manejo de residuos. Adicionalmente, el sistema establece una retroalimentación continua con las políticas ambientales locales y cumple con la normativa vigente, ofreciendo un modelo adaptable a la realidad de Valladolid, y con potencial para ser replicado en otras regiones turísticas.

El análisis de datos ambientales y su visualización juegan un papel crucial en el desarrollo de soluciones sostenibles en contextos urbanos, ya que permiten que distintos actores interpreten y utilicen la información de manera efectiva. En este sentido, el uso de herramientas de visualización en tiempo real, como Chart.js, facilita la comprensión de los datos complejos asociados con la gestión de residuos sólidos y permite a los responsables de la toma de decisiones monitorear y ajustar prácticas basadas en información actualizada. Según Billger (2020), la integración de modelos visuales en procesos urbanos permite a los actores involucrados interactuar con los datos y evaluar escenarios futuros, mejorando la toma de decisiones en áreas como la planificación y sostenibilidad urbana.



De acuerdo con Hernández (2016), esta carencia de información afecta la planificación y efectividad de los programas de manejo de residuos en la región. Además, destacan que la heterogeneidad en la composición de los residuos en las ciudades de América Latina y el Caribe se ha incrementado, con una gran cantidad de materiales susceptibles de reciclaje y valorización, lo que subraya la necesidad de implementar herramientas que permitan una gestión adaptada y eficiente de estos residuos. Este contexto respalda el desarrollo de plataformas de monitoreo en tiempo real, como la diseñada en el presente artículo, que facilitan la recopilación y visualización de datos precisos para mejorar la sostenibilidad en el sector hotelero.

Estudios previos y normas ambientales en México han resaltado la importancia de una gestión efectiva de los residuos sólidos en áreas de alta afluencia turística, dadas las características específicas de estos destinos en cuanto a generación y disposición de residuos. Según Hernández (2016), la implementación de estrategias de manejo adaptadas es fundamental para mitigar el impacto ambiental en destinos turísticos de América Latina y el Caribe. En México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003) establece normas claras para la disposición de residuos en áreas urbanas y turísticas, orientando a los sectores involucrados hacia prácticas de sustentabilidad.

3. Metodología

3.1 Enfoque de desarrollo y diseño del sistema.

La elección de la metodología Scrum en el desarrollo de la plataforma web para la gestión de residuos sólidos urbanos responde a la necesidad de un enfoque ágil que permita la adaptación continua y la incorporación de retroalimentación en cada fase de desarrollo. Según el artículo "Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software", Scrum se ha consolidado como una herramienta fundamental en proyectos de software debido a su capacidad para desglosar el trabajo en ciclos iterativos o sprints, permitiendo ajustes y mejoras basadas en resultados obtenidos a corto plazo (Estrada, Núñez, Saltos, & Cunuhay, 2021). Esta característica fue especialmente relevante en el proyecto, donde la necesidad de pruebas piloto y ajustes continuos requería una metodología flexible y enfocada en la colaboración activa con los usuarios finales.

El desarrollo de la plataforma web se realizó aplicando la metodología Scrum, la cual facilitó un proceso de trabajo ágil. Scrum permitió desglosar el proyecto en sprints es decir, ciclos de trabajo cortos, cada uno con objetivos específicos, lo que posibilitó implementar y ajustar cada módulo de la plataforma de manera continua según los requerimientos del proyecto y el feedback de los usuarios involucrados. Este enfoque ágil resultó fundamental para la integración eficiente de funcionalidades en tiempo real, como la recopilación y visualización de datos de RSU en el sector hotelero de Valladolid, Yucatán.



En el primer Sprint, se realizó un análisis detallado de los requisitos de la plataforma. Se llevaron a cabo reuniones con los gerentes de los hoteles afiliados para definir las necesidades específicas de gestión de residuos, como el registro del peso de los residuos, su clasificación y datos relevantes (habitaciones ocupadas, fechas de generación, etc.). Esta fase fue esencial para definir la estructura inicial y asegurar que la plataforma satisficiera las expectativas operativas del sector.

3.2 Estructura de la Base de Datos.

El segundo Sprint se centró en el diseño de una base de datos segura y organizada para almacenar información relevante de la gestión de residuos. Se crearon tablas específicas para usuarios, tipos de residuos y estadísticas, asegurando que el modelo fuera flexible para integrar futuras funciones. Además, se priorizó la integridad y seguridad de los datos, para protegerlos contra accesos no autorizados o pérdidas.

La base de datos de la plataforma fue diseñada en conformidad con el plan de manejo denominado "Mejora del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en el Sector Hotelero de la Ciudad de Valladolid, Yucatán. Etapa II". Su estructura permite almacenar y organizar información específica de los residuos generados en cada hotel, facilitando la clasificación y seguimiento detallado.

La base de datos está optimizada para consultas rápidas, permitiendo a los usuarios acceder a la información de manera eficiente. Este diseño garantiza que los datos recopilados se alineen con las estrategias de gestión de residuos estipuladas en el plan, proporcionando una herramienta funcional para el monitoreo en tiempo real y la toma de decisiones informadas sobre el manejo de RSU en el sector hotelero de Valladolid.

3.3 Diseño técnico con Laravel 11.

En el tercer Sprint, se trabajó en la creación de una interfaz de usuario intuitiva y accesible, con formularios y paneles de control fáciles de usar para el registro y visualización de datos. La plataforma, desarrollada desde el inicio en Laravel 11, fue optimizada para dispositivos móviles, permitiendo a los responsables de residuos acceder y gestionar información en tiempo real desde cualquier ubicación. Este diseño buscó facilitar la participación de usuarios sin conocimientos técnicos.

El uso de Laravel en el desarrollo de aplicaciones web para la gestión de residuos sólidos demuestra ser una solución eficaz para digitalizar y optimizar procesos que tradicionalmente se gestionaban manualmente. Según Uriawan (2023) la aplicación desarrollada con Laravel facilita la recolección y monitoreo de datos de residuos en tiempo real, lo cual permite a los gestores de residuos y al personal operativo realizar un seguimiento eficiente de las actividades de gestión. La plataforma agiliza la recopilación de datos, mejorando la precisión y reduciendo el tiempo de procesamiento. Este enfoque resalta cómo Laravel puede ser instrumental en el desarrollo de plataformas de gestión



de residuos, brindando un marco robusto y seguro para manejar grandes volúmenes de datos y operaciones críticas en tiempo real.

La plataforma fue desarrollada en Laravel 11, aprovechando sus capacidades para crear aplicaciones web robustas y seguras. Laravel permite estructurar el sistema de manera modular, lo que facilita la integración de futuras mejoras y permite optimizar cada componente de la plataforma de forma independiente. Esta estructura modular también permite la personalización de formularios y el uso de bases de datos relacionales para almacenar y consultar datos de residuos de manera precisa y rápida, ajustándose a las necesidades específicas del manejo de residuos sólidos urbanos.

Laravel hace uso de herramientas avanzadas como Eloquent para gestionar bases de datos de manera sencilla mediante modelos, además de Modelos, Controladores, Vistas y Plantillas. Estos componentes estructurales permiten construir una plataforma escalable y eficiente, donde cada elemento interactúa de manera relacionada para soportar la recolección, almacenamiento y visualización de datos en tiempo real. Esta configuración facilita un sistema adaptable y preparado para responder a futuras necesidades o expansiones de la plataforma.

3.4 Sistema de control de acceso basado en roles (RBAC).

El Control de Acceso Basado en Roles (RBAC) ha demostrado ser una estructura efectiva y segura para gestionar permisos en sistemas que requieren autenticación y autorización. Según Triartono, Muldina & Sussi (2019), la implementación de RBAC no solo simplifica la asignación de permisos según el rol del usuario, sino que también aumenta la seguridad al limitar el acceso a funciones específicas de acuerdo con las responsabilidades individuales. En el contexto de la plataforma de gestión de residuos, el uso de RBAC asegura que cada usuario acceda únicamente a las funciones y datos necesarios para su rol, lo cual fortalece la seguridad y eficiencia operativa del sistema.

Durante este Sprint, se integraron mecanismos de seguridad, como autenticación con credenciales seguras y cifrado de datos. Se implementó además un sistema de control de acceso basado en roles (RBAC) que otorgó permisos específicos según el perfil del usuario, asegurando un acceso controlado y seguro a las funcionalidades y datos de la plataforma.

Para gestionar la seguridad y el acceso en la plataforma, se implementó un sistema de Control de Acceso Basado en Roles (RBAC) utilizando la librería Spatie Laravel-Permission. Este sistema asigna a los usuarios roles específicos definidos por el programador, como super administrador, administradores y capturistas, cada uno con permisos diferenciados según las necesidades y



responsabilidades de su perfil. El rol de super administrador tiene acceso completo a todas las funciones y configuraciones de la plataforma, mientras que los administradores y capturistas cuentan con permisos adaptados a sus tareas específicas de gestión o captura de datos.

Este esquema de permisos asegura que solo los usuarios autorizados accedan a funciones específicas, promoviendo un manejo seguro y responsable de los datos y protegiendo la integridad de la información sensible. El uso de RBAC no solo mejora la seguridad de la plataforma, sino que también facilita una administración precisa y eficiente de los permisos en un entorno donde se requiere control detallado sobre las operaciones de los usuarios.

3.5 Visualización de datos con Chart.js

La integración de herramientas de análisis visual, como Chart.js, es fundamental para desarrollar gráficos interactivos que faciliten la visualización de datos. Chart.js es una biblioteca de JavaScript que permite crear gráficos dinámicos y personalizables, lo que ayuda a los usuarios a interpretar información compleja de manera clara y efectiva. Según Parzibyte (2021), Chart.js ofrece una variedad de tipos de gráficos, como líneas, barras y circulares, que pueden adaptarse a las necesidades específicas de cada proyecto. (parzibyte.me) Esta flexibilidad es especialmente útil en la gestión de residuos, donde la visualización de datos por fechas y tipos de residuos es crucial para la toma de decisiones estratégicas.

El quinto Sprint estuvo dedicado a la integración de herramientas de análisis visual, usando Chart.js para el desarrollo de gráficos interactivos que facilitaron la visualización de datos. Los usuarios pueden personalizar los gráficos según parámetros como fechas y tipos de residuos, obteniendo así una visión clara y dinámica para apoyar la toma de decisiones estratégicas en la gestión de residuos.

Para representar los datos recopilados, se usa Chart.js, una biblioteca de JavaScript compatible con Laravel que facilita la creación de gráficos interactivos. Chart.js permite visualizar datos en múltiples formatos (barras, líneas, pie), lo que apoya a los usuarios en la interpretación y análisis de tendencias y patrones de generación de residuos, fundamental para la toma de decisiones informadas.

3.6 Recolección y estructura de datos.

Con la plataforma en una fase funcional, se realizaron pruebas piloto en varios hoteles afiliados a la Asociación de Hoteles y Hostales de Valladolid. El objetivo del sexto Sprint fue evaluar el rendimiento y funcionalidad de la plataforma en un entorno real. Estas pruebas permitieron identificar áreas de mejora, y gracias a la retroalimentación directa de los usuarios, se recopilaron observaciones valiosas que ayudaron a optimizar la experiencia de uso en el contexto específico de los hoteles.

En el último Sprint, se estableció un sistema de seguimiento inicial en cada establecimiento donde se implementó la plataforma, asegurando su correcto funcionamiento y adaptación a las necesidades operativas de los hoteles. Además, se creó un canal de comunicación para reportar problemas



técnicos y sugerencias, y se planificaron actualizaciones periódicas que permitieran mantener la plataforma alineada con las necesidades emergentes del sector hotelero.

La plataforma recoge información sobre la generación de residuos en el sector hotelero mediante formularios digitales, en los cuales los operadores registran datos clave, como:

- Tipo de residuo (valorizable o no valorizable)
- Cantidad generada y frecuencia
- Prácticas de disposición y manejo

Estos datos se estructuran en la base de datos de acuerdo con el plan de manejo de cada hotel, permitiendo organizar y almacenar la información en campos específicos para análisis y seguimiento posterior.

Replicabilidad y adaptabilidad del método, la metodología de desarrollo utilizada Scrum y la estructura flexible de Laravel permiten replicar esta plataforma en otras áreas turísticas. Cada módulo puede adaptarse fácilmente, lo cual es clave para su aplicación en distintas regiones o sectores con necesidades similares en la gestión de RSU.

Limitaciones del enfoque metodológico; dependencia de entrada de datos manual: La plataforma requiere que el personal de los hoteles ingrese los datos con regularidad y precisión, lo cual puede ser un desafío sin capacitación constante.

- Variabilidad en la clasificación de residuos: Existen diferencias en la interpretación de tipos de residuos, lo que podría afectar la calidad de los datos.
- Para mitigar estas limitaciones, se han desarrollado guías y capacitaciones periódicas para el personal de los hoteles.

4. Resultados, discusión

4.1 Sprint 1: Análisis de Requisitos y Diseño Inicial

Con el motivo de entender profundamente las necesidades del sector hotelero respecto al manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) en Valladolid, Yucatán, se realizaron reuniones con gerentes y personal de hoteles para identificar las características clave que debía tener la plataforma (Figura 1), incluyendo la clasificación de residuos (orgánico, reciclable, etc), el registro de peso, volumen, y otros datos relevantes como la ocupación de habitaciones. Como resultado, se definieron los requisitos funcionales y no funcionales de la plataforma, lo cual sentó las bases para el desarrollo modular. Este análisis inicial aseguró que el sistema no solo cumpliera con las expectativas operativas sino también con las regulaciones aplicables.





Figura 1. Reuniones con los gerentes de los hoteles de la asociación de hoteles y hostales

Fuente: Propia

4.2 Sprint 2: Estructura de la Base de Datos

Se diseñó una base de datos robusta y escalable, adaptada específicamente al manejo de RSU en hoteles, utilizando MySQL como sistema de gestión y phpMyAdmin para la administración de la base de datos (Figura 2). Se desarrollaron tablas detalladas para almacenar datos de usuarios, hoteles, secciones, tipos de residuos, pesos, subproductos, per cápita, valorizables y no valorizables. La estructura permite consultas rápidas y facilita la expansión a nuevas funciones o categorías en el futuro. Este diseño, alineado con el plan de manejo de RSU, permitió almacenar información de manera organizada y segura, optimizando el acceso y la precisión en la recuperación de datos.

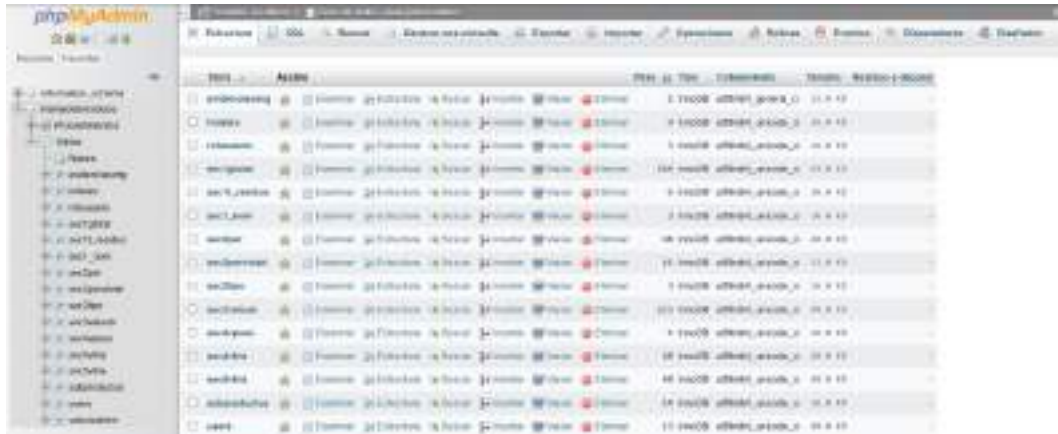


Figura 2. Gestión de la base de datos por medio de phpMyAdmin

Fuente: Propia.

En la Figura 2, se muestra la estructura general de la base de datos dentro de ella se encuentra la tabla de almacenamiento de usuarios donde almacena información sobre los diferentes perfiles dentro del sistema, incluyendo permisos específicos según roles (administrador, operador, capturista) con la ayuda de la librería Spatie de Laravel. La tabla de hoteles se diseñó para contener detalles individuales de cada establecimiento, como su identificación, ubicación y contacto. Secciones permite clasificar áreas específicas dentro de los hoteles para un análisis más detallado, facilitando la segmentación de datos según la ubicación de generación.

Para el manejo de tipos de residuos, la base de datos incluye clasificaciones detalladas como orgánico, inorgánicos, y otros, además de campos específicos para el peso de cada residuo, sus subproductos, y el cálculo per cápita que permite un análisis comparativo de la generación de residuos por huésped. Además, los datos de valorizables y no valorizables están estructurados para facilitar la clasificación y el seguimiento del impacto ambiental de cada categoría.

La base de datos fue diseñada para soportar futuros cambios, permitiendo la incorporación de nuevas funciones o categorías de residuos con cambios mínimos. La organización de las tablas asegura que los datos se mantengan coherentes y accesibles, optimizando la eficiencia de las consultas para un análisis rápido y preciso.

Sprint 3: Desarrollo de la Interfaz de Usuario

Se trabajó en el diseño de una interfaz accesible e intuitiva, desarrollada en Laravel 11, que optimizó la experiencia del usuario al facilitar el acceso y la gestión de datos en dispositivos móviles. Esto permitió a los operadores recopilar y gestionar datos de residuos en tiempo real desde cualquier ubicación, una funcionalidad clave para un sector con necesidades de monitoreo constante como el hotelero.

Para facilitar el uso, se implementaron paneles de control para administradores, diseñados con una estructura clara y organizada que incluye secciones dedicadas a usuarios, categorías, roles, permisos, hoteles, subproductos, evidencias, formularios y gráficos. Estos paneles proporcionan una vista completa de la plataforma, permitiendo a los administradores visualizar, gestionar y analizar información de forma centralizada (Figura 3). Cada sección está interconectada, lo que facilita el acceso rápido a cualquier parte de la información registrada en el sistema.



Figura 3. Vista principal de la plataforma.

Fuente: Propia.

Los formularios de entrada de datos fueron estructurados en secciones claras y organizadas, permitiendo el ingreso eficiente de información específica, como el tipo de residuo (valorizable o no valorizable), cantidad generada, y frecuencia de recolección (Figura 4). Además, Livewire permitió agregar validaciones en tiempo real, destacando campos obligatorios y alertando sobre valores fuera de los rangos establecidos, lo que minimiza los errores de ingreso. JavaScript fue utilizado para mejorar estas validaciones, asegurando una respuesta inmediata al usuario al momento de ingresar los datos. Para el diseño visual, se empleó Tailwind CSS, lo que permitió crear una interfaz coherente y atractiva, con estilos responsivos que mejoran la usabilidad y la experiencia de usuario en la plataforma.

Nuevo Registro

Datos Generales

Fecha de registro: 01/11/2024

Nombre del hotel registrado: LUI

Bitácora Generación Total Semanal

Todos los valores de esta sección son obligatorios

Residuos:

Almendras	Comestibles	Inorgánicos Valorizables	Inorgánicos No Valorizables	Total Generado
Valor kg	Valor kg	Valor kg	Valor kg	Valor kg

Substratos:

Inorgánicos Valorizables	Inorgánicos (No Valorizables - Sanitarios)	Total Generado
Valor kg	Valor kg	Valor kg

Área comunes:

Figura 4. Vista principal del formulario.

Fuente: Propia.

El diseño visual también fue optimizado para mejorar la usabilidad, utilizando íconos y etiquetas descriptivas que facilitaron la comprensión de cada función. Este enfoque permitió a los usuarios, independientemente de su nivel técnico, navegar la plataforma de forma intuitiva, lo cual fue clave para su adopción por parte de los operadores responsables en los hoteles.

Sprint 4: Implementación de Seguridad y Control de Acceso Basado en Roles (RBAC).

La prioridad fue asegurar que la plataforma contara con un robusto sistema de seguridad para proteger la información sensible. Se implementó un sistema de autenticación con credenciales seguras y cifrado de contraseña. Esto garantizó que solo usuarios autorizados pudieran acceder a las funcionalidades y datos correspondientes a su rol dentro del sistema.

Para gestionar el acceso de manera precisa, se integró un sistema de Control de Acceso Basado en Roles (RBAC), utilizando la librería Spatie Laravel-Permission. Este sistema asignó roles específicos como super administrador, administrador y capturista (Figura 5), cada uno con permisos diferenciados adaptados a sus responsabilidades. Por ejemplo, el super administrador tenía acceso completo a todas las funciones y configuraciones, mientras que los capturistas podían ingresar y visualizar datos específicos de residuos. Este esquema de permisos aseguró que cada usuario accediera únicamente a las funciones necesarias, promoviendo un manejo seguro y responsable de la información.

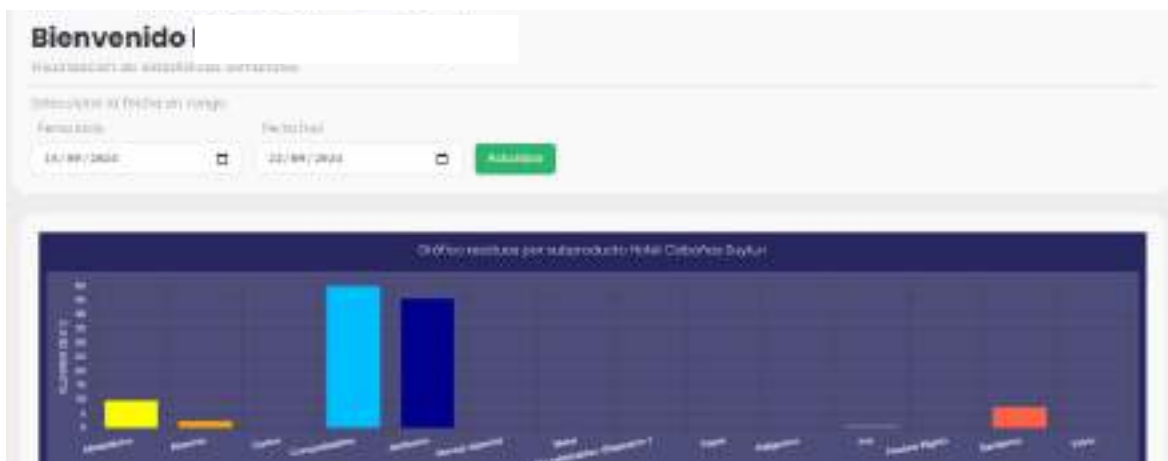


Figura 5. Vista principal de los roles propuestos en el RBAC.

Fuente: Propia.

Sprint 5: Visualización de Datos con Chart.js

Se integraron herramientas de análisis visual mediante Chart.js, lo cual permitió la creación de gráficos interactivos en la plataforma. Los capturistas podían visualizar datos de residuos en diferentes formatos, como gráficos de barras y líneas facilitando la interpretación de la información. Esta herramienta ofreció una visión clara y dinámica del comportamiento de los residuos generados, permitiendo a los usuarios ajustar parámetros como el rango de fechas y el tipo de residuo para obtener vistas detalladas y comparativas. Ejemplo de grafico en los hoteles (Figura 6). Esta funcionalidad fue clave para transformar grandes volúmenes de datos en información accesible y útil, apoyando la toma de decisiones estratégicas.



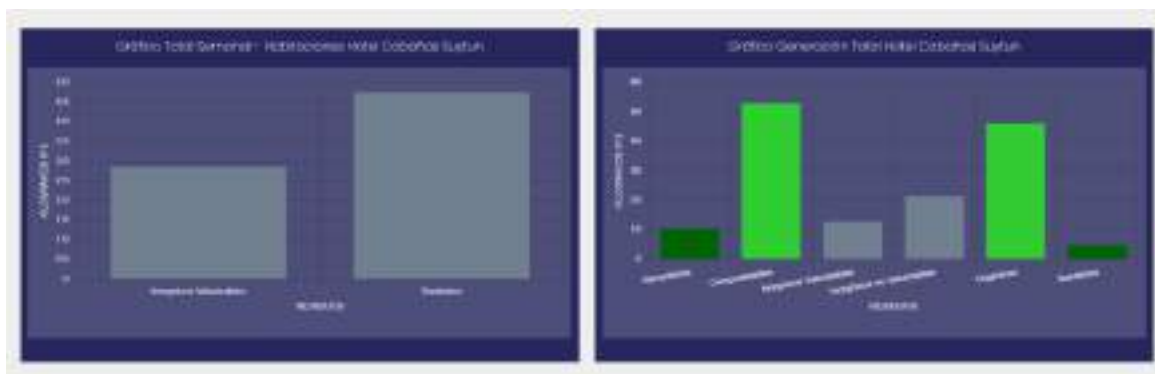


Figura 6. Vista principal de las gráficas generadas por rango de fechas

Fuente: Propia.

Sprint 6: Pruebas Piloto en Hoteles

Con la plataforma funcional, se realizó una fase piloto en 4 hoteles afiliados a la Asociación de Hoteles y Hostales, cada uno con características particulares en cuanto a tamaño, áreas, y cantidad de huéspedes, que reflejan la diversidad del sector hotelero de Valladolid. Esta variedad permitió evaluar el rendimiento de la plataforma en un entorno real y asegurar que fuera adaptable a diferentes enfoques de gestión hotelera. Se logró identificar áreas de mejora en la funcionalidad y usabilidad, además de recopilar retroalimentación directa de los usuarios sobre la experiencia de uso. Se revisaron los datos obtenidos y se hicieron ajustes para adaptarse mejor a las necesidades prácticas del sector, como la simplificación de algunos procesos, mejoras en la recolección de datos y guías visuales. Estas pruebas fueron fundamentales para asegurar que la plataforma estuviera optimizada para el entorno específico de los hoteles y facilitara su implementación a mayor escala.

A partir de los resultados obtenidos durante las pruebas piloto, se realizaron ajustes técnicos y optimización de la plataforma en este Sprint. La infraestructura, desarrollada desde el inicio en Laravel 11, permitió mejorar aspectos como la velocidad de carga, precisión en las gráficas generadas y simplificación de ciertos procesos, como la clasificación de residuos. Se ajustó la interfaz de usuario para facilitar la navegación, incorporando elementos como breadcrumbs y simplificando la entrada de datos para ofrecer una experiencia más fluida y sencilla.

Además, se enfocó en estructurar la recolección de datos de manera detallada, con formularios digitales que permitieron registrar información clave sobre los residuos generados en el sector hotelero, como el tipo de residuo (valorizable o no valorizable), cantidad generada, frecuencia de generación, y prácticas de disposición y manejo. Esta estructura de datos se alineó con el plan de manejo “Mejora del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en el Sector Hotelero de la Ciudad de Valladolid, Yucatán. Etapa II”, permitiendo una organización precisa de la información y facilitando el análisis y seguimiento posterior. La plataforma se diseñó para ser replicable en otros entornos turísticos y adaptable a diferentes necesidades de gestión de residuos, destacando su flexibilidad.

5. Conclusiones

La plataforma web diseñada para la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) en el sector hotelero de Valladolid, Yucatán, cumplió con los objetivos planteados, proporcionando un recurso digital adaptada a las necesidades del sector. La implementación de la metodología SCRUM permitió una estructuración ágil y modular del proyecto, facilitando un desarrollo iterativo que respondía a los requerimientos de los usuarios y a las necesidades operativas específicas de los hoteles. Desde el inicio, el uso de Laravel 11 y la incorporación de Livewire fueron fundamentales para lograr una interfaz intuitiva y responsiva que permitiera la recolección y visualización de datos en tiempo real.

El diseño de la interfaz se centró en mejorar la experiencia del usuario, integrando paneles de control, formularios accesibles y gráficos interactivos mediante Chart.js. Estas herramientas visuales ayudaron a los operadores y administradores a interpretar la información de manera rápida y eficiente, promoviendo la toma de decisiones basadas en datos precisos. La estructura de la base de datos, optimizada para consultas rápidas y escalabilidad, permitió almacenar y organizar grandes volúmenes de información de manera segura, garantizando que los datos fueran recuperables y utilizables para futuros análisis.

La implementación de un sistema de seguridad basado en autenticación y control de acceso por roles (RBAC) con la librería Spatie Laravel-Permission aseguró un manejo responsable de los datos, restringiendo el acceso a funciones y datos específicos según el perfil del usuario. Este enfoque en la seguridad del diseño web no solo resguarda la integridad de la información, sino que también refuerza la confianza de los usuarios al acceder a la plataforma.

Implicaciones y Relevancia

El desarrollo de esta plataforma aporta una contribución significativa a la digitalización de procesos de gestión ambiental en el sector turístico. Al ofrecer una herramienta intuitiva y eficiente para el apoyo a la gestión de RSU, se contribuye a los hoteles en el cumplimiento de prácticas sostenibles y normativas ambientales, a la vez que se crea un modelo de gestión digital aplicable en otros sectores interesados en el control y reducción de residuos.

Descubrimientos Importantes de la Plataforma

Durante el desarrollo y la implementación de la plataforma, se identificaron varios descubrimientos importantes:

- **Patrones de Generación de Residuos:** El análisis de los datos recolectados reveló patrones específicos en la generación de residuos por tipo de establecimiento y temporada. Estos



patrones permiten a los hoteles prever momentos de mayor generación de residuos y tomar medidas preventivas.

- **Eficiencia en la Clasificación de Residuos:** La plataforma facilitó la categorización de residuos valorizables y no valorizables, permitiendo a los operadores de los hoteles identificar de manera más eficiente los materiales que pueden ser reutilizados o reciclados. Esto ayudó a reducir la cantidad de residuos enviados a disposición final.
- **Optimización en el Uso de Recursos:** La información visualizada a través de los gráficos interactivos no solo ofreció claridad en la gestión de residuos, sino que también fomentó prácticas de reducción y reutilización, mejorando el cumplimiento de los estándares ambientales y optimizando recursos dentro del sector hotelero.
- **Mayor Transparencia y Confianza en la Gestión:** Gracias al sistema de control de acceso por roles y la seguridad de los datos, la plataforma incrementó la confianza de los usuarios y facilitó el acceso a información detallada, estableciendo una cultura de responsabilidad y transparencia en el manejo de residuos.

Trabajos Futuro

Para futuros desarrollos, se sugiere explorar la implementación de módulos de automatización que integren sensores en los contenedores de residuos para capturar datos en tiempo real sin intervención manual. Además, un módulo de análisis predictivo usando inteligencia artificial podría permitir la anticipación de patrones de generación de residuos, mejorando aún más la eficiencia en la planificación y el manejo de recursos.

Agradecimientos

Este proyecto se realizó en colaboración con el Tecnológico Nacional de México, Campus Valladolid, y la Asociación de Hoteles y Hostales de Valladolid a través del proyecto denominado "Mejora del manejo de los Residuos Sólidos Urbanos en el Sector Hotelero de la Ciudad de Valladolid, Yucatán, México. Etapa II," liderado por la Dra. Delghi Yudire Ruiz Patrón, en coordinación con el Dr. Jesús Antonio Santos Tejero, quienes proporcionaron el apoyo necesario para la ejecución de cada fase de diseño y desarrollo de la plataforma. Además, extendiendo un especial agradecimiento a Yanelly del Rosario Moo Moo cuyas valiosas revisiones y comentarios contribuyeron significativamente a la calidad y alcance de este trabajo.



Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2003). *LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS*. Diario Oficial de la Federación.

Diario de Yucatán. (05 de 12 de 2023). *Más turismo para 2024 en Valladolid*. Obtenido de Diario de Yucatán: <https://www.yucatan.com.mx/yucatan/2023/12/05/mas-turismo-para-2024-en-valladolid.html>

Estrada, V. M., Núñez, V. J., Saltos, C. P., & Cunuhay, C. W. (2021). Revisión Sistemática de la Metodología Scrum para el Desarrollo de Software. *Dominio de las Ciencias*, 434-447.

Grupo Banco Mundial. (20 de 09 de 2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de Grupo Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management>

Hernández-Berriel, M. d., Aguilar-Virgen, Q., Taboada-González, P., Lima-Morra, R., Eljaiek-Urzola, M., Márquez-Benavides, L., & Buenrostro-Delgado, O. (2016). GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN AMÉRICA. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 11-22.

Hotel Posada San Juan. (2024). *Responsabilidad social y ambiental*. Recuperado el 28 de 10 de 2024, de Hotel Posada San Juan: <https://www.posadasanjuan.com/responsabilidad-social/>

Parzibyte. (03 de 01 de 2021). *Chart.js – Tutorial con ejemplos para gráficas en la web*. Obtenido de Parzibyte's blog: <https://parzibyte.me/blog/2021/01/03/chart-js-tutorial-ejemplos-graficas-web/>

Pool, D. M., Cetina, A. C., & Ruiz, P. D. (2020). Manejo de residuos sólidos urbanos y especiales en. *Advances in Engineering and Innovation*, 26-37.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (17 de junio de 2020). Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/semarnat/prensa/presenta-semarnat-el-diagnostico-basico-para-la-gestion-integral-de-residuos-2020#:~:text=Por%20ejemplo%2C%20en%20residuos%20s%C3%B3lidos,estima%20en%20120%2C128%20t%2Fd%C3%ADa.>

Triartono, Z., Muldina, N. R., & Sussi. (2019). Implementation of Role-Based Access Control on OAuth 2.0 as Authentication and Authorization System. *IEEE Xplore*.

Uriawan, W., Mu'ti, J., Putra, M. B., Anwar, A., Aria, M. S., & Purnama, G. C. (2023). Web-Based Application for Organic and Inorganic Waste using Laravel.

Wästberg, B. S., Billger, M., & Adelfio, M. (2020). A User-Based Look at Visualization Tools for Environmental Data and Suggestions for Improvement—An Inventory among City Planners in Gothenburg. *Sustainability*, 12(7), 2882. doi:<https://doi.org/10.3390/su12072882>





Diseño de un SGI para el fortalecimiento de la planificación de suministros en el almacén de viveros

DESIGN OF A SGI TO STRENGTHEN SUPPLY PLANNING IN THE NURSERY WAREHOUSE

Miranda, Garcia-Gustavo¹, Hernández, Cruz-Araceli², González,Tlaxco-Nohemí³, Romero, Cruz-Clara⁴, Sánchez, Olarte-Josset⁵

104. Ingeniería en Gestión Empresarial Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, L20010008@smartin.tecnm.mx
105. Ingeniería en Gestión Empresarial Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, araceli.hernandez@smartin.tecnm.mx
106. Ingeniería en Gestión Empresarial Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, nohemi.gonzalez@smartin.tecnm.mx
107. Ingeniería Industrial Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan, clara.romero@smartin.tecnm.mx
108. Tecnológico Nacional de México, Campus San Martín Texmelucan Josset.sanchez@smartin.tecnm.mx

Resumen: Los Sistemas de Gestión de Inventarios (SGI) son de gran importancia para las organizaciones, ya que permiten saber cuándo, cuánto y dónde almacenar todos los insumos que se requieren para realizar sus actividades. El proyecto tiene el propósito de mejorar la planificación y el control de inventarios en el vivero del ejido de San Rafael Ixtapaluca, Puebla. Durante el periodo de agosto a diciembre de 2024, se desarrollará un sistema de gestión de inventarios eficiente utilizando una base de datos en Excel que implemente el modelo de punto de reorden. Entre los resultados destacan que el SGI permite planificar y mostrar en tiempo real el estado del almacén. Además, se capacitará al personal del vivero en el uso de esta base de datos para asegurar su correcta implementación y operación. Finalmente, se elaboró un manual de procedimientos para estandarizar los procesos de gestión de inventarios.

Palabras clave: Base de datos, Inventario, Planificación, SGI, Vivero.



Abstract: Inventory Management Systems (IMS) are of great importance for organizations, as they allow them to know when, how much, and where to store all the supplies required to carry out their activities. The project aims to improve inventory planning and control in the nursery of the San Rafael Ixtapaluca ejido, Puebla. During the period from August to December 2024, an efficient inventory management system will be developed using an Excel database that implements the reorder point model. The results include the fact that the SGI allows planning and real-time display of the warehouse status. In addition, nursery staff will be trained in the use of this database to ensure its correct implementation and operation. Finally, a procedures manual was developed to standardize inventory management processes.

Keywords: Database, Inventory, Planning, IMS, Nursery.

1. Introducción

La modernización de las cadenas de suministro requiere de la digitalización de los centros logísticos, destacando el papel de los Sistemas de Gestión de Inventarios (SGI). Según un estudio español de SoftDoit, el 38,9% de las empresas recuperaron su inversión en SGI en menos de un año y el 47,2% en uno o dos años, reflejando su eficiencia en la gestión logística (Interempresas, 2022). Derivado de lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue: “diseñar un sistema de gestión de inventarios para controlar los insumos del vivero y planificar los pedidos, para reducir gastos innecesarios en el vivero del ejido de San Rafael Ixtapalucan”. Este estudio se desarrolló en el área destinada para el almacén de insumos del vivero, donde, a partir de los diagnósticos realizados, se identificaron deficiencias. Entre las que destaca, la ausencia de un registro de entradas y salidas, lo que provocaba una gestión ineficiente del consumo de insumos y una planificación deficiente para realizar pedidos a tiempo, provocando gastos adicionales. En esta línea, el proyecto se alinea a la Agenda 2030 por un lado, al Objetivo 15: Vida de ecosistemas terrestres, el cual busca proteger, restaurar y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar de manera sostenible los bosques, combatir la desertificación y detener la pérdida de biodiversidad. Y por otro lado contribuye al Objetivo 13: Acción por el clima, que promueve la adopción de medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus impactos (United Nations, 2023).

El proyecto inició con un diagnóstico FODA para evaluar el estado en el que se encontraba el ejido y un diagrama de causa y efecto para identificar problemas en el almacén del vivero. Luego, se realizó una inspección visual y un conteo físico, recopilando datos en hojas de registro. Esta información permitió investigar y seleccionar un modelo de gestión de inventarios, que se digitalizó



en una base de datos para registrar entradas y salidas, y planificar pedidos. Finalmente, se capacitó al personal en el uso de la base de datos y se elaboró un manual de procedimientos.

En esta línea de ideas, el gobierno de Estados Unidos ha realizado una inversión significativa de \$1 billón de dólares para el desarrollo de invernaderos urbanos y la plantación de árboles en comunidades de todo el país, según NRP (2023). El presente proyecto además del objetivo principal, también se pretende abonar a la mitigación del calor extremo y mejorar la calidad del aire en áreas urbanas. Esta iniciativa representa un esfuerzo considerable para abordar los desafíos ambientales contemporáneos y demuestra el compromiso del gobierno con la sostenibilidad urbana.

Simultáneamente, la FAO, en su evaluación de los recursos forestales mundiales 2020, ha clasificado los bosques en dos categorías principales: bosques regenerados naturalmente (93%) y bosques plantados (7%). A pesar de la disminución en la superficie de bosques regenerados desde 1990, se ha observado un aumento de 123 millones de hectáreas en los bosques plantados. Este incremento refleja una tendencia global hacia la reforestación planificada y controlada, que es crucial para la recuperación y preservación de los ecosistemas forestales.

Además, proyectos como el de Mesado González (2023) en España han demostrado el valor de la tecnología avanzada en la gestión de inventarios. En su proyecto, se implementó tecnología RFID para el seguimiento individual de cada planta, proporcionando una trazabilidad precisa y completa. Esta metodología permitió una gestión más eficiente y un control del stock.

En este contexto, resulta evidente que un SGI eficiente es esencial para los viveros de árboles de bosque. La implementación de tecnologías avanzadas, como bases de datos en Excel, puede optimizar la planificación y el monitoreo de las entradas y salidas de insumos, contribuyendo a una mayor eficiencia operativa y una mejor planificación de los recursos.

Guevara (2020), define el inventario como un listado de bienes organizados por categorías y ubicación. Este puede ser contable, gestionado mediante la contabilidad de la empresa y ajustado con entradas y salidas, o extracontable, basado en recuentos físicos periódicos. El inventario extracontable refleja la realidad del almacén, independiente de los registros contables, mientras que el contable se centra en los datos registrados dentro del sistema financiero de la organización.

Por parte de FIAEP (2014), refiere que los inventarios o stocks representan la cantidad de bienes o activos fijos que una empresa tiene disponibles en un momento específico, formando parte de su patrimonio productivo. Según las características físicas de los elementos a contabilizar, los inventarios pueden clasificarse en diferentes tipos: materia prima o insumos, productos semielaborados o en proceso, productos terminados, bienes en tránsito, materiales destinados al soporte operativo, piezas y repuestos, así como bienes en consignación.

Lo anterior refleja que la gestión de inventarios es un componente esencial para el funcionamiento eficiente de cualquier organización y resulta especialmente relevante para un vivero, que depende



de la disponibilidad oportuna de insumos para el cuidado y crecimiento de sus plantas (Coursera Staff, 2024).

Carro Paz (s. f.) pone especial énfasis en el punto de renovación de pedidos, también conocido como punto de reorden, que es aquel nivel de existencias en el que se debe colocar un nuevo pedido de mercancía, de modo que sea el límite inferior permisible para cada artículo o grupo de artículos. Uno de los enfoques tradicionales para gestionar el inventario y el reabastecimiento de materiales es el Punto de Reorden (PR), que implica determinar su valor en unidades de producto.

2. Delimitación contextual

El estudio se llevó a cabo en el vivero ubicado en el ejido de San Rafael Ixtapaluca, Puebla, México, en el periodo de agosto a diciembre de 2024. Se aplicó una entrevista abierta, se realizaron talleres de participación con los administrativos del ejido, inspección visual y conteo físico, con lo que se obtuvo un panorama claro del estado del almacén. Entre sus principales problemas se identificó que no se cuentan con registros de salidas o entradas, dificultando el seguimiento y control del inventario, y la ausencia de un sistema formal de gestión de inventarios que complica la administración de insumos.

Otro hallazgo relevante fue la falta de un proveedor fijo para fertilizantes y otros insumos, provocando inconsistencias en el suministro y afectando potencialmente la producción de cultivos de árboles. Además, la baja frecuencia de consumo de productos sugiere que los inventarios pueden permanecer inmovilizados por largos periodos, incrementando el riesgo de deterioro.

La falta de registros precisos de entradas y salidas de insumos en el almacén por parte de los colaboradores dificulta considerablemente el seguimiento y control efectivo del inventario. Esta carencia puede provocar desajustes significativos en las cifras de inventario, resultando en problemas de falta de insumos necesarios para el funcionamiento óptimo del vivero. Además, la falta de datos precisos impide tomar decisiones informadas sobre la gestión de recursos, afectando negativamente la eficiencia operativa y la planificación de nuevos pedidos.

Estos factores exponen la necesidad de implementar un sistema adecuado de gestión de inventarios, que mejore el control, la planificación y la eficiencia operativa del vivero. El modelo de punto de reorden se presenta como una solución viable, adaptable a las características y necesidades específicas del vivero, con la expectativa de mejorar significativamente la gestión de inventarios en el ejido de San Rafael Ixtapaluca.

3. Metodología



Se utilizó una metodología mixta, enfocada a resolver problemas específicos y prácticos. Es de carácter mixto, porque incorpora tanto métodos cuantitativos como cualitativos. Además, es transversal porque se lleva a cabo en un corto período de tiempo, permitiendo obtener una visión integral y actual de la situación estudiada. De esta manera, la investigación se realizó en 8 fases:

Fase 1, donde la metodología comienza con un diagnóstico situacional, en el cual se detallan las condiciones generales del ejido. Para ello, se aplicó un análisis FODA que permitió identificar y evaluar las áreas de oportunidad y las necesidades de mejora.

Fase 2, se elaboró un diagrama de Ishikawa enfocado a un análisis de causa-efecto, según Kaoru Ishikawa (1985, citado por Martínez M. et al., 2019), una causa puede deberse a múltiples factores, y es posible identificar la relación causa-efecto entre ellos. La estructura de una relación múltiple de causa y efecto se puede establecer mediante una observación sistemática. Además, este diagrama permite identificar las principales causas del mal manejo en el almacén del vivero y los efectos derivados de dicho problema.

Fase 3, se llevó a cabo una inspección visual y conteo físico detallado del almacén. Este proceso de observación directa y conteo de datos asegura la información precisa.

Fase 4, se realizó la recolección de datos en hojas de registro cuantitativo de los insumos utilizados, investigando su consumo estimado, frecuencia de uso y cantidades aplicadas según el número de árboles y periodos de aplicación.

Fase 5, se realizó una investigación aplicada para seleccionar el método de gestión de inventarios más adecuado, teniendo en cuenta la naturaleza de los insumos, la capacidad de almacenamiento, los costos y los tiempos de reabastecimiento.

Fase 6, se desarrolló una base de datos estructurada en Excel para gestionar el inventario de forma precisa y eficiente.

Fase 7, se organizó una capacitación del personal administrativo del ejido, enfocada en el uso de la base de datos, garantizando que el equipo adquiriera las habilidades necesarias para su manejo.

Finalmente, en la fase 8, se elaboró un manual de procedimientos, que documenta paso a paso el uso de la base de datos, facilitando la integración de nuevos empleados y estandarizando el proceso.

4. Desarrollo (resultados obtenidos)

Fase 1.

De primera instancia se realizó un diagnóstico situacional en el cual se detallan las condiciones generales en las que se encuentra el ejido, aplicando un FODA por medio del que se observan las



áreas de oportunidad o de mejora, esta información se obtuvo con base a la aplicación de entrevistas abiertas y un taller de participación que se llevó a cabo con los administrativos del ejido.



Figura 2 FODA

Fuente. Elaboración propia a partir de investigación 2024.

Fase 2.

A partir del análisis de los resultados obtenidos del FODA como se observa en la figura 1, se desarrolló un diagrama de Ishikawa específicamente para el área de almacén del vivero en el ejido de San Rafael Ixtapalucan (figura 2), esta información fue obtenida del taller a través de los comentarios expresados por los administrativos del ejido y personal que labora en el vivero. Esta herramienta permitió identificar y clasificar de manera estructurada las causas raíz de los problemas que afectan la eficiencia y el desempeño del almacén.

El análisis mostró que el problema principal se origina en la categoría de métodos, la cual se destacó como el factor de mayor impacto debido a la cantidad significativa de sub-causas vinculadas. Estas sub-causas abarcan prácticas y procedimientos operativos que, al no estar optimizados, generan ineficiencias en el manejo de inventarios, la disposición de insumos y el control de flujo de materiales.

De esta forma, enfocar la atención en mejorar los métodos empleados en el almacén permitirá no solo corregir las fallas detectadas, sino también permitirá establecer una base sólida para implementar futuras mejoras que aseguren una operación más ágil, organizada y acorde a los objetivos del vivero.



FIGURA 3. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO

FUENTE. ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INVESTIGACIÓN 2024.

Fase 3.

Después de completar el análisis preliminar, se procedió a realizar una inspección visual del almacén de forma presencial, observando las condiciones generales y el estado de los insumos del almacén. Además, se realizó un conteo físico detallado de todos los materiales disponibles en el inventario.

Fase 4.

La información obtenida, se fue recolectando en hojas de registro como se observa en la figura 3. Este proceso permitió no solo verificar la cantidad exacta de insumos en existencia, sino también evaluar condiciones y aspectos del almacén.

Para obtener una visión más amplia y precisa del estado en que se encuentra, también se recolectó información adicional de los colaboradores del vivero. Las observaciones y la captación de conocimientos sobre el manejo y necesidades del almacén fueron fundamentales para comprender mejor el estado actual tanto del inventario como del vivero en general, y detectar posibles áreas de mejora en la gestión de los insumos.



Control de Stock del Vivero

Lista de Productos:

PRODUCTO	UNIDAD	CONSUMO
1. Fungicida	litros	100
2. Insecticida	litros	50
3. Bioestimulante	litros	20
4. Sustrato	kg	1000
5. Fertilizante	kg	500
6. Agua	litros	10000
7. Tierra	kg	10000
8. Plástico	m ²	100
9. Herramientas	unidades	10
10. Otros	unidades	10
11. Fungicida	litros	100
12. Insecticida	litros	50
13. Bioestimulante	litros	20
14. Sustrato	kg	1000
15. Fertilizante	kg	500
16. Agua	litros	10000
17. Tierra	kg	10000
18. Plástico	m ²	100
19. Herramientas	unidades	10
20. Otros	unidades	10
21. Fungicida	litros	100
22. Insecticida	litros	50
23. Bioestimulante	litros	20
24. Sustrato	kg	1000
25. Fertilizante	kg	500
26. Agua	litros	10000
27. Tierra	kg	10000
28. Plástico	m ²	100
29. Herramientas	unidades	10
30. Otros	unidades	10

FIGURA 4 HOJAS DE REGISTRO.

FUENTE . ELABORACIÓN PROPIA A PARTIR DE INVESTIGACIÓN 2024

Fase 5.

Con la información de la fase 4, se procedió a investigar y seleccionar un modelo de gestión de inventarios que más se adecue a la naturaleza del almacén del vivero. El modelo de gestión de inventarios que se utilizó para este caso fue el modelo de punto de reorden, para Izar, Ynzunza & Zermeño (2014, citado por Coronado & Cabrera., 2019). Uno de los modelos tradicionales para calcular el inventario o reabastecimiento de materiales es el punto de renovación del pedido o Punto de Reorden (PR), que consiste en definir su valor expresado en unidades de producto. Con ello, se hace un nuevo pedido al proveedor una vez que las existencias disminuyen hasta dicho nivel. El PR se fundamenta en calcular su valor con base en la demanda de artículos, el tiempo de entrega del proveedor y el stock de seguridad.

Fase 6.

Una vez seleccionado el modelo más adecuado para el almacén del vivero, se procedió a desarrollar la base de datos. En esta etapa, se digitalizan los datos obtenidos de las hojas de registro, iniciando con el cálculo de los consumos promedio recomendados por el fabricante para cada producto: fungicidas, insecticidas, bioestimulantes, sustratos y fertilizantes. Estos consumos se determinan en función del intervalo de aplicación de cada fertilizante, como se detalla en la tabla adjunta.

TABLA 4 TIEMPOS Y DOSIS DE CONSUMO.

Producto	Tiempo de aplicación	Dosis fabricante
CUPRAVIT 1Kg.M	CADA 20 DIAS	400 g/100 L de agua
BACTIVA NP 20 Kg P	Aplique en intervalos de 2 meses.	Aplique 1kg/70,000 plantas .
ENTOBIOLO (Spectrum Meta A)1Lt. M	UNA VEZ AL MES	1 Lt. / Ha.
BIOTIKA Gober 1Lt. P	CUANDO SE PRESENTA ALGUNA ENFERMEDAD 5 veces al año	2L / Ha.
NEEN EXTRACT 1Lt.M	CUANDO SE PRESENTA ALGUNA PLAGA	1L / 100L
ULTRALUX 1Lt.M	APLICACIÓN UNA VEZ AL MES	3L/Ha
DELFIN PLUS 1Lt.M	APLICACIÓN UNA VEZ AL MES	300 ml en 100L
OSMOCOTE PLUS 15-09-12 22.7 KG P	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	50 KG. Por Ha.
PERLITA (Termolita)100Lt. M	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1 bulto al mes
VERMICULITA (Verlite)114Lt. M	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1 bulto al mes
TURBA (The Black Bale) M	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1 bulto al mes
Aserrín de pino 24Lt. M	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1 bulto al mes
Kumari 350 SC 950MI M	3 meses	1.25 L/ha
Temprol 20L M	Cada que baja la temperatura	20 L/200L/// 10L/100L
PROZYCAR 500 F 1L M	Cada que se presenta una enfermedad 5 veces al año	aplicar 600 ml/ha.
Plastico de embalaje 1 rollo M	Embalaje	20 cm por arbol
Hilo de rafia 500Gr // 1 rollo		
Cemento PVC 500MI M		

Nota: Tiempos y dosis de consumo de agroquímicos.

Fuente: Elaboración propia con base a los datos recolectados (2024).

Durante la investigación realizada en el vivero, se identificó que los árboles sembrados pasan por tres etapas distintas de vida: la primera es la etapa de siembra, seguida por la etapa en que los árboles chicos, y finalmente la etapa en que los árboles alcanzan un estado mediano-grande. Cada una de estas etapas presenta diferentes requerimientos de consumo, tanto en términos de agua, nutrientes, como agroquímicos.

Con este panorama en mente, se procedió a estimar los consumos diarios de cada una de estas etapas. La estimación se basa en dos factores clave: el tiempo de aplicación y la dosis de cada insumo. El tiempo de aplicación se determinó a partir de la información proporcionada por el ingeniero agrónomo encargado del ejido. Este profesional ha definido los momentos óptimos para la aplicación



Al combinar estos datos, se obtiene una visión clara y precisa de las necesidades diarias de cada árbol en función de su etapa de desarrollo como se muestra la tabla 2. Esto no solo permite una gestión más eficiente del inventario de insumos, sino que también ayuda a planificar de manera más efectiva las compras y el almacenamiento, asegurando que siempre se disponga de los recursos necesarios para mantener los árboles en óptimas condiciones.

CP	160							

				CP		160										
				4		Semana 1					Semana 2					
						2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	
Producto	Tiempo de aplicación	Dosis recomendada fabricante	Dosis aplicada	Consumo diario		Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario
PERLITA (Termolita)100 Lt. M	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1bulto al mes	1bulto al mes	5.25 lt	5.25	6.5625	5.25	5.25	5.25	3.9375	5.25	6.5625	5.25	5.25	5.25	3.9375
VERMICULITA (Verlite)114Lt. M	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1bulto al mes	1bulto al mes	5.25 lt	5.25	6.5625	5.25	5.25	5.25	3.9375	5.25	6.5625	5.25	5.25	5.25	3.9375
TURBA (The Black Bale) 250 lt	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1bulto al mes	1bulto al mes	10.5 lt	10.5	13.125	10.5	10.5	10.5	7.875	10.5	13.125	10.5	10.5	10.5	7.875
Aserrín de pino 24Lt. M	TODO EL CICLO DE PRODUCCION	1bulto al mes	1bulto al mes	14 lt	14	17.5	14	14	14	10.5	14	17.5	14	14	14	10.5

[illegible]

				CP	54096	Semana 1					Semana 2					
	4	2		483 m2		2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Producto	Tiempo de aplicación	Dosis recomendada fabricante	Dosis aplicada	Consumo diario		Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario	Total diario
Temptrol 20L M	Cada que baja la temperatura	20 L/200L/10L/100L	60Lt	333 ml	333	334	335	336	166.5	166.5	166.5	166.5	166.5	166.5	166.5	166.5
DEL FAN PLUS 1Lt.M	APLICACIÓN UNA VEZ AL	300 ml en 100L	300 ml	10 ml	10	10	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5
ENTOBIOLO (Spectrum Meta A) 1Lt.M	UNA VEZ AL MES	1Lt. / Ha.	70.7 ml	48.3 ml	48.3	48.3										24.15
Kumari 350 SC 950MI M	3 meses	1.25 L/ha	88.4 ml	60.37 ml	60.37	60.37	60.37	60.37	30.185	30.185	30.185	30.185	30.185	30.185	30.185	30.185
PROZYCAR 500 F 1L M	Cada que se presenta una enfermedad 5 veces	aplicar 600 ml/ha.	42.42 ml	3.10 ml	3.10559	3.10559	3.10559	3.10559	1.552795	1.552795	1.552795	1.552795	1.552795	1.552795	1.552795	1.552795
Bolsa para arboles 1kg M 168pz									27048	27048	27048	27048	27048	27048	27048	27048
Cemento PVC 500MI M	Cuando se necesite	1bote	Lo que se requiera	0.1lt	0.1	0.1	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Nota: Consumos de árboles en las 3 etapas de crecimiento en el vivero.
Fuente: Elaboración propia con base a los datos recolectados (2024).

El siguiente paso fue organizar los insumos implementando el enfoque ABC (tabla 3), que clasifica los insumos según su importancia y grado de impacto en el inventario. La organización puede priorizar aquellos productos que requieren mayor atención, facilitando así un análisis más preciso de su comportamiento.

Una vez organizados los productos, se podrá calcular su rotación, es decir, con qué frecuencia se utiliza o vende un insumo durante un período de tiempo determinado. Este análisis es fundamental para identificar patrones de consumo, predecir la demanda futura y reducir los costos asociados con el exceso o la escasez de almacenamiento (tabla 4).

Finalmente, con base en la información obtenida, se establecen los niveles mínimos y máximos de inventario, así como el punto de reorden para aquellos insumos que lo requieran (tabla 5). Esto asegura una gestión eficiente, al garantizar que siempre haya disponibilidad de productos críticos sin generar excesos innecesarios, optimizando los recursos y mejorando el flujo operativo.

TABLA 6. ORGANIZACIÓN ABC

ITEM NÚMERO	ITEM DESCRIPTION	2da SEM COSTO UNITARIO	3ra SEM COSTO UNITARIO	4ta SEM COSTO UNITARIO	COSTO UNITARIO PROMEDIO	COSTO		A	B	C
						% Individual	% Acumulado			
AA28	Plástico de embalaje 450	196.3	1596.8	2594.9	2394.88	1796.2	50.2%	90%	A	50.2%
AA29	BACTIVA NP 20 kg P	883.9	982.9	931.9	945.4	945.4	23.2%	15%		
AA32	Temptral 20L M	141.2	264.7	264.7	869.55	869.5	8.3%	14%	B	24%
AA25	TURBA (The Black Bale) M	188.8	399.8	399.8	254.83	338.6	8.9%	9%		
AA32	Kumert 350 SC 950MI M	102.8	193.3	193.3	302.84	177.5	5.9%	14%		
AA24	VERMICULITA (Verifine) 114	113.1	188.2	188.2	97.89	122.3	5.4%	17%		
AA38	BIOTIKA Gober 1Lt F	111.4	69.6	111.4	145.50	188.0	3.9%	10%		
AA35	ENTOBICL (Mata A) 1lt. M	72.5	34.2	11.1	34.15	35.2	0.9%	11%		
AA25	PERLITA (Termolita) 100L	85.0	75.8	75.8	55.55	86.9	1.9%	15%		
AA30	Cemento PVC 500MI M	38.9	11.8	11.8	28.75	25.3	0.7%	14%		
AA21	DELFIN PLUS 1Lt M	27.2	10.4	20.4	27.33	23.8	0.7%	14%		
AA39	NEEN EXTRACT 1Lt M	29.3	11.6	25.3	21.79	38.5	0.5%	15%		
AA25	Aserrín de pino 24L M	18.8	10.2	20.2	14.28	17.9	0.5%	15%		
AA31	Cintillas paquete M	13.8	10.4	10.3	15.76	14.6	0.4%	18%		
AA34	Prozycar 1Kg M	8.2	4.6	4.6	6.19	5.4	0.2%	18%		
AA32	CUPRAVIT 1Kg M	3.8	1.7	1.6	0.31	1.9	0.1%	16%		
AA29	Hilo de rafia 300Gr	2.7	2.1	2.1	2.95	2.4	0.1%	28%		

Nota: Se muestra la organización de los insumos por medio del método ABC

Fuente. Elaboración propia con base a los datos recolectados (2024).

Tabla 7. Rotación de insumos.

ROTACION GLOBAL DEL INVENTARIO					
CONCEPTO	FORMULA	rotacion	DÍAS REPOS	MESES	
ENTOBICL (Mata A) 1lt. M	Rotacion in	5.50	66.96	2.18181818	
Cintillas paquete M	Rotacion in	4.24	86.12	2.83190212	
Temptral 20L M	Rotacion in	4.06	89.87	2.95448799	
Hilo de rafia 300Gr	Rotacion in	4.01	91.33	2.99390164	
Cemento PVC 500MI M	Rotacion in	4.00	91.36	2.99703557	
DELFIN PLUS 1Lt M	Rotacion in	4.00	91.25	3	
Kumert 350 SC 950MI M	Rotacion in	4.00	91.25	3	
Prozycar 1Kg M	Rotacion in	4.00	91.25	3	
BIOTIKA Gober 1Lt F	Rotacion in	3.88	94.12	3.09431962	
TURBA (The Black Bale) M	Rotacion in	3.88	94.47	3.10588335	
VERMICULITA (Verifine) 114L M	Rotacion in	3.88	94.47	3.10588335	
PERLITA (Termolita) 100L M	Rotacion in	3.88	94.47	3.10588335	
Aserrín de pino 24L M	Rotacion in	3.88	94.47	3.10588335	
BACTIVA NP 20 kg P	Rotacion in	3.89	98.95	3.29	
NEEN EXTRACT 1Lt M	Rotacion in	3.64	100.30	3.29411765	
Plástico de embalaje 450m 1 rollo M	Rotacion in	3.60	101.39	3.33333333	
CUPRAVIT 1Kg M	Rotacion in	3.25	111.44	3.66375882	

Nota: Se calcula la rotación de insumos para aplicar máximos, mínimos y punto de reorden Fuente. Elaboración propia con base a los datos recolectados (2024).



TABLA 8. CÁLCULO DE MÁXIMOS, MÍNIMOS Y PUNTO DE REORDEN.

CMn	Tr	Cp	Cmx	E=Pp	Inv Inicial	Emm	Pp	Emx	Cp
3.9375	5	5.3125	6.5625		3600	19.6875	46.25	52.5	52.5
3.9375	5	5.3125	6.5625		3600	19.6875	46.25	52.5	52.5
7.875	5	10.625	13.125		3600	39.375	92.5	105	105
10.5	5	14.1666667	17.5		3600	52.5	123.333333	140	140
0.075	5	0.10119048	0.125		3600	0.375	0.88095238	1	1
0.00975	5	0.01315476	0.01625		3600	0.04875	0.11452381	0.13	0.13
0.0075	5	0.01011905	0.0125		3600	0.0375	0.08809524	0.1	0.1
0.075	5	0.10119048	0.125		3600	0.375	0.88095238	1	1
0.0375	5	0.05059524	0.0625		3600	0.1875	0.44047619	0.5	0.5

CMn	Tr	Cp	Cmx	E=Pp	Inv Inicial	Emm	Pp	Emx	Cp
0.00375	5	1.38	2.415		3600	3.01875	9.91875	15.09375	15.09375
0.0005	5	0.00114286	0.002		3600	0.0025	0.00821429	0.0125	0.0125
12.075	5	30.1875	48.3		3600	60.375	211.3125	301.875	301.875
34.25	5	55.4285714	97		3600	121.25	398.392857	606.25	606.25
2.75	5	6.28571429	11		3600	13.75	45.1785714	68.75	68.75
36.25	5	82.8571429	145		3600	181.25	595.535714	906.25	906.25
4226.25	5	8452.5	12678.75		3600	21131.25	63393.75	84525	84525
0.025	5	0.05714286	0.1		3600	0.125	0.41071429	0.625	0.625
0.00325	5	0.00742857	0.013		3600	0.01625	0.05339286	0.08125	0.08125
0.0025	5	0.00571429	0.01		3600	0.0125	0.04107143	0.0625	0.0625
0.025	5	0.05714286	0.1		3600	0.125	0.41071429	0.625	0.625
0.0125	5	0.02857143	0.05		3600	0.0625	0.20535714	0.3125	0.3125

CMn	Tr	Cp	Cmx	E=Pp	Inv Inicial	Emm	Pp	Emx	Cp
166.5	5	229	354		3600	832.5	1962.5	2602.5	2602.5
5	5	6.66666667	10		3600	25	58.3333333	75	75
24.15	5	40.25	48.3		3600	120.75	322	362.25	362.25
30.185	5	40.2466667	60.37		3600	150.925	352.158333	452.775	452.775
1.55279503	5	2.07039337	3.10539006		3600	7.76397516	18.115942	23.2919255	23.2919255
27048	5	27048	27048		3600	135240	270480	270480	270480
0.05	5	0.06666667	0.1		3600	0.25	0.58333333	0.75	0.75
0.0065	5	0.00666667	0.013		3600	0.0325	0.07583333	0.0975	0.0975
0.005	5	0.00666667	0.01		3600	0.025	0.05833333	0.075	0.075
0.05	5	0.06666667	0.1		3600	0.25	0.58333333	0.75	0.75
0.025	5	0.03333333	0.05		3600	0.125	0.29166667	0.375	0.375

Nota: Se calcula el punto de reorden y los máximos y mínimos para tener parámetros en la base de datos.

Fuente. Elaboración propia con base a los datos recolectados (2024).

Fase 7.

Finalmente, una vez desarrollada la base de datos, se procedió a documentar un manual de procedimientos que explique de manera detallada y estructurada cómo utilizarla (figura 6). Este

manual comienza con una portada que identifica el documento, seguida de un índice de contenido que facilita la navegación por los diferentes apartados. A continuación, incluye un diagrama de flujo para ilustrar visualmente cada una de las funciones principales de la base de datos.

Además, se describen de forma clara las instrucciones necesarias para ejecutar cada función, acompañadas de representaciones gráficas que refuerzan la comprensión de los procesos. Este manual no solo sirve como guía práctica para los usuarios, sino que también garantiza que el manejo de la base de datos sea de manera sencilla de entender.



Figura 5. Manual de procedimientos

Fuente. Elaboración propia con base a los datos recolectados (2024).

Fase 8.

La capacitación para los colaboradores y usuarios del software se llevará a cabo mediante una sesión presencial. Primero, se explicará el objetivo de la capacitación, que es instruir al personal del vivero en el uso eficaz de la base de datos desarrollada en Excel. Esta capacitación tiene como finalidad

optimizar la gestión de inventarios y la planificación de pedidos, mejorando así la eficiencia operativa. Posteriormente, se realizará una práctica guiada en la que los participantes ingresarán datos en la base de datos, permitiendo que se refleje el estado del inventario y la planificación de pedidos para cada insumo. Finalmente, se reservará un espacio para la resolución de dudas y aclaraciones.

5. Conclusiones

Un control eficiente del inventario es fundamental para el éxito de cualquier empresa, ya que permite optimizar el uso de insumos y recursos de manera estratégica, evitando tanto el exceso como la falta de materiales. Al asegurar que los niveles de inventario se mantengan dentro de un rango adecuado, la empresa puede reducir costos asociados con el almacenamiento innecesario, así como mitigar el riesgo de interrupciones en la cadena de suministro. Esto no solo mejora la disponibilidad y puntualidad de los productos, sino que también fortalece la capacidad de respuesta ante la demanda del mercado.

Además, la implementación de un sistema de gestión de almacenes en el vivero ha permitido consolidar estos beneficios mediante la aplicación de metodologías orientadas específicamente a la planificación y al control de inventarios. Con esta metodología, el vivero puede contar con una visibilidad más clara y detallada de sus recursos, lo que facilita la toma de decisiones informadas y la asignación eficiente de los materiales. En conjunto, estas prácticas no solo incrementan la eficiencia operativa, sino que también contribuyen al desarrollo sostenible y a la rentabilidad a largo plazo del vivero.

6. Referencias



- o Carro Paz, R. (s. f.). Gestión de Stock. Nulan. https://nulan.mdp.edu.ar/id/eprint/1830/1/gestion_stock.pdf
- o Coronado Lárraga, R., & Cabrera Rico, J. A. (2019). Innovación de procesos para optimizar el punto de reorden basado en TI. Revistas Arbitradas, 25(abril-julio de 2019). <http://ciateg.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1020/347>
- o Coursera Staff. (2024). ¿Qué es la gestión de inventario? beneficios, desafíos y métodos. Coursera Inc. <https://www.coursera.org/mx/articles/inventory-management>
- o FAO. (s. f.). Evaluación de los recursos forestales mundiales 2020. Food And Agriculture Organization. <https://www.fao.org/interactive/forest-resources-assessment/2020/es/>
- o FIAEP. (2014). Control y manejo de inventarios FIAEP. Academia. https://www.academia.edu/36867500/Control_y_manejo_de_inventarios_FIAEP
- o Guevara, M. Á. L. (2020). Gestión de inventarios. UF0476. Tutor formación. Interempresas. (2022). La importancia de implementar sistemas de gestión de almacenes para incrementar la productividad de la empresa. Interempresas Media, S.L.U. <https://www.interempresas.net/Logistica/Articulos/390136-importancia-implementar-sistemas-gestion-almacenes-incrementar-productividad-empresa.html>
- o Martínez Álvarez, M., de la Fuente Rodríguez, E., Ramírez Aguilar, D., & Carrasco Sánchez, S. (2019). Estudiantes foráneos y el diagrama de Ishikawa. Nextia, (7), 21–27. Recuperado a partir de <https://revistas.uvp.mx/index.php/nextia/article/view/72>
- o Mesado González, E. (2023). Desarrollo e implementación de un sistema de gestión de inventario de plantas en un vivero mediante el uso de tecnología RFID y una base de datos. Universitat Politècnica de València. <http://hdl.handle.net/10251/199063>
- o NPR contractor. (2023). Biden administration releases \$1 billion in funding for urban trees. Nrp. <https://www.npr.org/2023/09/26/1201683115/biden-administration-releases-1-billion-in-funding-for-urban-trees>
- o United Nations (2023) Global Sustainable Development Report (GSDR) 2023 <https://sdgs.un.org/>



Diseño de Prototipo para el Reconocimiento Automatizado de Productos Agrícolas mediante Redes Neuronales aplicado en sistema de inventario

Lugo , Rubio-Graciela¹, Loredó, Medina-Raúl ², y Melendrez, Rojas-Jesús Aurelio ³

109. División de Ciencias Computacionales, Tecnológico Nacional de México / ITSG, graciela.lr@guasave.tecnm.mx
110. División de Ciencias Computacionales, Tecnológico Nacional de México / ITSG, raul.lm@guasave.tecnm.mx
111. División de Ciencias Industriales, Tecnológico Nacional de México / ITSG, jesus.mr@guasave.tecnm.mx

Resumen: Este trabajo detalla el diseño de un prototipo de sistema integral para el reconocimiento automatizado de productos agrícolas, empleando redes neuronales para la captura y registro en tiempo real del inventario. El sistema es capaz de reconocer un producto a partir de la visualización del mismo por la cámara. Este integra hardware y software especializado, incluyendo una cámara Anker Power Conf C200 y una Raspberry Pi, que permiten procesar realizar un entrenamiento del cerebro del sistema (red neuronal) a través de imágenes con alta precisión en diferentes ángulos las cuales son almacenarlas en una base de datos MongoDB para su gestión. El prototipo se basa en la necesidad de un sistema automatizado que optimice la gestión de inventarios realizando registros más rápidos, ahorrando tiempo en el proceso de inventario de empresas agrícolas, minimizando errores y mejorando la eficiencia en empresas de tamaño pequeño y mediano de este ramo.

Palabras clave: Redes Neuronales, Reconocimiento de Imágenes, Prototipo, Automatización de Inventario, Agricultura.



Abstract: This work details the design of a prototype of a comprehensive system for the automated recognition of agricultural products, using neural networks for real-time capture and registration of inventory. The system is capable of recognizing a product from its visualization by the camera. This integrates specialized hardware and software, including an Anker Power Conf C200 camera and a Raspberry Pi, which allow training of the system's brain (neural network) through high-precision images at different angles which are stored in a base. of MongoDB data for management. The prototype is based on the need for an automated system that optimizes inventory management by making faster records, saving time in the inventory process of agricultural companies, minimizing errors and improving efficiency in small and medium-sized companies in this field.

Keywords: Neural Networks, Image Recognition, Prototype, Inventory Automation, Agriculture.

1. Introducción

La automatización de procesos de inventario se ha convertido en una prioridad para empresas agrícolas que buscan minimizar errores y mejorar la eficiencia operativa. En el sector agrícola, la gestión manual de inventarios es susceptible a errores humanos y pérdida de tiempo, lo que impacta en la productividad. La automatización, combinada con redes neuronales e inteligencia artificial ofrece una solución innovadora para realizar el reconocimiento de productos agrícolas de manera rápida y precisa a través del entrenamiento de dicha red neuronal a partir de imágenes, lo que se busca es que el sistema de inventario sea capaz de reconocer los productos agrícolas, la presentación de cada uno de ellos, nombre, marca la cantidad de productos (cajas, frascos, bolsas, etc) para que a través de la cámara el sistema de inventario se alimente por si solo.

El proceso involucra cinco etapas: identificación y análisis de actividades, áreas de proceso involucradas, selección de tecnologías, diseño del sistema y pruebas de funcionamiento. Entre las tecnologías seleccionadas podremos encontrar software como MongoDB, Python y Jupyter, junto con hardware como una RaspBerry Pi y una cámara de alta calidad

2. Sustento teórico

Las Redes Neuronales en la Agricultura Las redes neuronales, como técnica de aprendizaje automático, pueden ser utilizadas en varios aspectos de la agricultura para mejorar la eficiencia, la productividad y la sostenibilidad. Estas pueden aplicarse de distintas formas dependiendo la tarea a la que se requiera asigna como: Predicción de rendimiento de cultivos, Detección de enfermedades



y plagas, Optimización del uso de fertilizantes y productos químicos, Pronóstico del clima, Control y automatización de sistemas de riego, Reconocimiento de productos agrícolas, Registro de uso y baja de producto en existencia, entre otras. Estos siendo solo algunos ejemplos de como las redes neuronales puede aplicarse en la agricultura. (Villagrán, 2023)

3. Metodología

Para desarrollar el prototipo se adaptó una metodología tipo en cascada para el desarrollo de cada una de las actividades, las actividades que se realizaron se enfocaron en las etapas de desarrollo de software, adaptándolas a las necesidades de este proyecto, las actividades realizadas se detallan a continuación.

a) Identificar las distintas actividades del proceso de entrada de inventario:

Se realizó un proceso de observación y toma de datos detallado adel como se desenvuelve la empresa al momento de realizar el registro de la entrada de inventario, Identificando así cada una de las actividades que desarrolla el proceso de registro para poder identificar las fallas y necesidades que se pueden llegar a presentar.

b) Análisis de la información obtenida:

Se realiz un análisis detallado de las actividades que se ven involucradas al momento de realizar la gestión de entrada de inventario, de esta manera se obtuvo un panorama de las necesidades que se tiene en el área de inventario

c) Diseño del prototipo

Se diseña un prototipo el cual fue creado desde cero, este consiste en el desarrollo de un dispositivo capaz de reconocer y registrar el ingreso de productos agrícolas en un servidor, estos productos son los que ingresan a la bodega de la empresa y mediante una IA(Inteligencia Artificial) son registrados de manera automática, esto garantizara que el sistema este adaptado en su totalidad a las necesidades de la empresa, de esta manera y tomando en cuenta la información necesaria, será como comenzara el desarrollo del mismo, implementando las tecnologías anteriormente mencionadas

El prototipo se compone de módulos interrelacionados de hardware y software, que permiten la captura, procesamiento y almacenamiento de datos de inventario en tiempo real. Los módulos se desarrollaron y ensamblaron siguiendo una metodología iterativa, que permitió ajustar cada componente para garantizar la funcionalidad deseada.

Hardware:

La selección de hardware incluyó dispositivos que facilitaran la captura de imágenes de productos agrícolas y su procesamiento. Se utilizaron una cámara Anker Power Conf C200 y una Raspberry Pi como centro de procesamiento. Estos dispositivos fueron elegidos por su bajo costo, portabilidad y capacidad de integrar software avanzado de visión por computadora.



Software:

El software se diseñó para realizar el procesamiento de imágenes y la gestión del inventario en una base de datos centralizada. Las herramientas seleccionadas incluyeron OpenCV para el procesamiento de imágenes, EasyOCR para la extracción de texto, y MongoDB para la gestión de la base de datos. Se desarrolló una interfaz de usuario en Jupyter Notebooks para facilitar la interacción con el sistema y la consulta de datos en tiempo real.

Captura de Imágenes:

La cámara Anker Power Conf C200 se conectó a la Raspberry Pi, configurando la captura automática de imágenes en momentos específicos de la entrada de productos al almacén. La configuración de hardware se completó calibrando la cámara para obtener imágenes nítidas y precisas.

Procesamiento de Imágenes:

OpenCV se utilizó para ajustar las imágenes capturadas, destacando características clave y mejorando la calidad de las capturas. EasyOCR permitió extraer texto de las etiquetas de los productos, que posteriormente se utilizaron para clasificarlos en el inventario.

Almacenamiento y Consulta de Datos:

MongoDB se configuró para almacenar la información extraída de los productos, permitiendo la gestión en tiempo real del inventario. La base de datos se diseñó para manejar grandes volúmenes de datos no estructurados, asegurando rapidez y eficiencia en el acceso. En la figura 1 se puede visualizar el procesamiento de imágenes del prototipo.



Figura 6. Identificación de productos

Interfaz de Usuario:

Se desarrolló una interfaz en Jupyter Notebooks que ofrece visualización del inventario y la posibilidad de generar reportes detallados sobre el estado de los productos. Esta interfaz permite a los usuarios editar y consultar los datos almacenados de forma sencilla.

d) Pruebas del prototipo.

Se realizaron pruebas del prototipo ya terminado y en funcionamiento para garantizar su fiabilidad al momento de ser implementado, en esta etapa es muy importante realizar la mayor cantidad de pruebas posible, esto para evitar tanto errores en el software como en el hardware, de esta forma se debe contar con un tiempo estimado para resolver los errores y pulir los detalles que pueden surgir en el proceso del desarrollo.

En la figura 2 se puede observar la propuesta del sistema integral terminado.



Figura 7. Montaje de hardware y software

3. Resultados, discusión

Integración Completa: Todos los módulos del prototipo se integraron satisfactoriamente, permitiendo la captura, procesamiento y almacenamiento de datos en un flujo continuo. La interfaz en Jupyter Notebooks ofreció una experiencia de usuario clara y eficiente, mostrando el estado del inventario en tiempo real.

El entorno de pruebas se configuro para garantizar el funcionamiento optimo del sistema. A pesar de diversas limitaciones, como poca iluminación y cambios repentinos de posición, el sistema logro operar de manera satisfactoria. Esto evidencia que puede adaptarse a condiciones poco ideales, ofreciendo fiabilidad incluso en entornos desafiantes

Resultados Generales Se realizaron 50 pruebas bajo las mismas condiciones para comparar los resultados entre los distintos productos. Estas pruebas se dividieron en tres categorías, como se muestra en la siguiente gráfica:



FIGURA 8. RESULTADOS DE PRUEBAS REALIZADAS

En general, el prototipo se comportó de acuerdo a las expectativas, obteniendo en su mayoría una alta tasa de precisión, datos correctos y tiempos de respuesta adecuados. Se observó que el sistema lograba procesar de forma más rápida unos productos que otros, aunque esto no afectó en su precisión, puesto que los textos más complicados lograba interpretarlos de manera correcta en un rango de tiempo un poco más largo.

Resultados por Variable

En este apartado se presentan los puntos importantes en cada una de las pruebas obtenidas para demostrar los cambios que se presentaron entre los productos de manera más detallada y específica.

• Tiempo de procesamiento:



FIGURA 9. DESEMPEÑO DEL TIEMPO DE PROCESAMIENTO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS

RESULTADOS: EL TIEMPO DE PROCESAMIENTO SE MIDIÓ EN LOS SEGUNDOS QUE LE TOMO AL SISTEMA ARROJAR LOS RESULTADOS DESDE LA CAPTURA HASTA LA OBTENCIÓN DE RESULTADOS. SE NOTO QUE NOMBRES CON MAYOR COMPLEJIDAD (POR EJEMPLO, “NORINCO 1.8”) REQUERÍAN MAS TIEMPO, MIENTRAS QUE NOMBRES CON MENOR COMPLEJIDAD ERAN PROCESADOS CON MAYOR RAPIDEZ. O **ANÁLISIS:** COMO SE PUEDE OBSERVAR EN LA GRAFICA (FIGURA 4) LOS NOMBRES CON CARACTERES MIXTOS (LETRAS Y NÚMEROS) PRESENTARON CIERTA DIFICULTAD, AFECTANDO EL TIEMPO DE PROCESAMIENTO, COMO FUE EL CASO DE NORINCO 1.8, QUE AL CONTAR CON CARACTERES MIXTOS PRESENTABA CIERTO RETO PARA EL SISTEMA. SIN EMBARGO, LOS RESULTADOS SE MANTUVIERON POSITIVOS, MIENTRAS QUE AQUELLOS QUE CONTABAN SOLO CON LETRAS FUERON CAPTURADOS Y COMPARADOS CON UNA MAYOR RAPIDEZ.

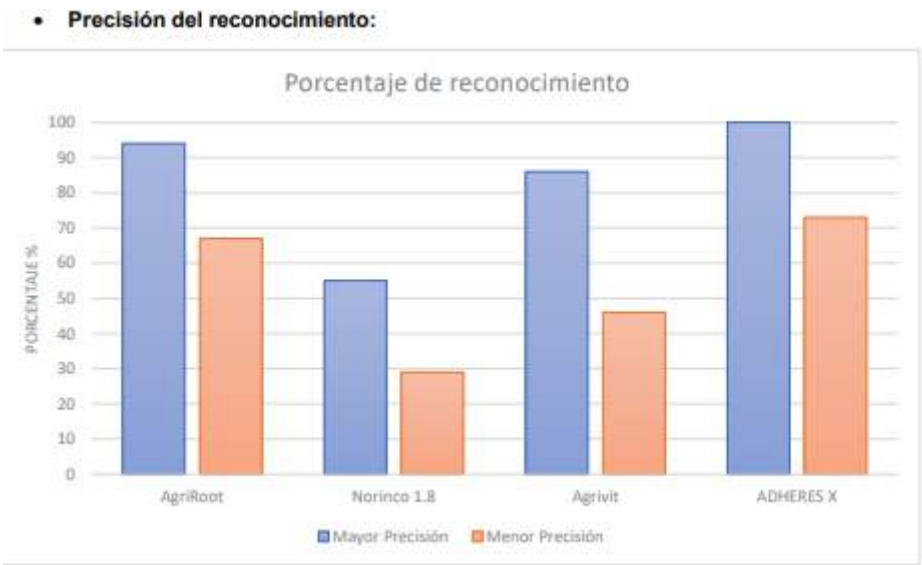


FIGURA 10. COMPARATIVA DE PRECISIÓN DE RECONOCIMIENTO DE PRUEBAS

COMPARACIÓN ENTRE PRODUCTOS: EN LA GRÁFICA SE PRESENTAR LOS RESULTADOS CON MAYOR Y MENOR PRECISIÓN PRESENTADOS EN CADA UNO DE LOS PRODUCTOS, COMO RESULTADO SE PUEDE OBSERVAR QUE LOS PRODUCTOS CON UN NOMBRE MÁS CLARO Y QUE 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 AgriRoot NORINCO 1.8 AGRIVIT ADHERES X PORCENTAJE % PORCENTAJE DE RECONOCIMIENTO MAYOR PRECISIÓN MENOR PRECISIÓN (FIGURA 5). COMPARATIVA DE PRECISIÓN DE RECONOCIMIENTO DE LAS PRUEBAS REALIZADAS 26 SOLO CUENTAN CON LETRAS SON LOS QUE EN GENERAL OBTUVIERON UNA MAYOR PRECISIÓN, COMO LO SON EL CASO DE AGRIROOT Y ADHERES X, ESTO PORQUE AL CONTAR CON UNA MAYOR CANTIDAD DE LETRAS MAYÚSCULAS FUE MAS FÁCIL PARA EL SISTEMA AL MOMENTO DE RECONOCERLOS, MIENTRAS QUE EN EL CASO DE AGRIVIT, AL CONTAR CON UN NOMBRE SIMILAR AL DE OTRO PRODUCTO, LA PRECISIÓN SE VEÍA DISMINUIDA, PERO AUN ASÍ ARROJANDO RESULTADOS POSITIVOS, EN LA ESCALA DE MENOR PRECISIÓN EN GENERAL SE PUEDE OBSERVAR A NORINCO 1.8, AL CUAL SE LE PUEDE ASOCIAR LA BAJA PRECISIÓN AL CONTAR CON UNA VARIEDAD DE CARACTERES DIFERENTES, COMO LO SON LETRAS Y NÚMEROS, POR LO QUE LA PRECISIÓN SE VEÍA DISMINUIDA EN MAYOR MEDIDA. DE ESTA FORMA SE PUEDE ENTENDER LA CAPACIDAD DE RECONOCIMIENTO DEL SISTEMA Y AUNQUE SE VIERAN PORCENTAJES BAJOS EN ALGUNOS CASOS, LOS RESULTADOS SE MANTENÍAN POSITIVOS.

5. Conclusiones

El diseño y finalización del prototipo para el reconocimiento automatizado de productos agrícolas demuestra que la automatización es una opción accesible y eficiente para empresas agrícolas de tamaño pequeño y mediano. La combinación de hardware y software seleccionados permite una

gestión precisa y en tiempo real del inventario, reduciendo errores y mejorando la eficiencia operativa.

Este prototipo sienta las bases para la implementación de sistemas más complejos, como la gestión automatizada de salidas de productos y análisis predictivo. La adopción de esta tecnología puede tener un impacto significativo en la reducción de costos operativos y en la mejora de la precisión en la gestión de inventarios agrícolas, aportando a la sostenibilidad del sector.

6. Referencias

Cameron, P. C. (2019). Automatización de procesos: 5 principales beneficios en empresas. FORTRA. <https://www.fortra.com/es/recursos/guias/automatizacion-de-procesos5-principales-beneficios-en-empresas>

Huet, P. (2023, abril 13). Qué son las redes neuronales y sus aplicaciones. OpenWebinars.net. <https://openwebinars.net/blog/que-son-las-redes-neuronales-y-sus-aplicaciones/>

Villagrán, A. V. (2023, mayo 18). Redes Neuronales en la Agricultura 4.0. LinkedIn Pulse. <https://www.linkedin.com/pulse/redes-neuronales-en-la-agricultura-40-anibal-vasquez-villagr%C3%A1n/>

Mecalux. (s. f.-d). Copacol: robótica y digitalización, claves para la seguridad alimentaria [Vídeo]. <https://www.mecalux.com.mx/casos-practicos/copacol-almacen-alimentos-brasil>

Inteligencia Artificial: Qué es y Por Qué Importa. (s. f.). SAS. https://www.sas.com/es_mx/insights/analytics/what-is-artificial-intelligence.html

Muñoz, A. (2022, 20 septiembre). Importancia del uso de Redes Neuronales en el análisis de Ciencia de Datos - Asociación Conexión El Salvador. Asociación Conexión El Salvador - CONEXION El Salvador, una organización sin fines de lucro que promueve el uso y aplicación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), contribuyendo a la reducción de la pobreza y facilitando el 36 desarrollo empresarial. <https://conexion.sv/importancia-del-uso-de-redes-neuronales-en-el-analisis-de-ciencia-de-datos/>

Mecalux. (s. f.). 5 empresas con almacenes automatizados: ejemplos y beneficios. <https://www.mecalux.com.mx/blog/empresas-almacenes-automatizados>



Administrador. (2022, 26 junio). Reconocimiento Óptico de Caracteres (OCR) con EASYOCR | Python – OpenCV. OMES. <https://omes-va.com/easyocr-pythonopencv/#:~:text=EasyOCR%20es%20un%20m%C3%B3dulo%20de%20Python%20que%20permite%20extraer%20texto%20de%20im%C3%A1genes.>

Automatización industrial: evolución, ventajas, tipos y estructura tecnológica. - Somos Advance. (2022, 25 noviembre). Somos Advance. <https://somosadvance.com/expertise/automatizacionindustrial-evolucion-ventajas-tipos-y-estructura-tecnologica/>

Julios, R. I. (2024, 8 julio). Qué es la IA, sus aplicaciones y por qué es importante. OpenWebinars.net. <https://openwebinars.net/blog/ia-aplicaciones-importancia/>

Boerma A. H. (2022). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2022. En FAO eBooks. <https://doi.org/10.4060/cb9479es>



El RESICO, CFDI, buzón tributario y firma electrónica promoviendo la formalidad

Aguilar, Pérez-Esmeralda¹, Romero, Cruz-Rodolfo², y Soto, Rivas-Soledad³

¹ División de Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, esmeralda.aguilar@smartin.tecnm.mx

² Centro de Investigaciones Jurídico-Políticas (CIJUREP), Universidad Autónoma de Tlaxcala, rudyc73@outlook.com

³ División de Contador Público, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, soledad.soto@smartin.tecnm.mx

Resumen: El objetivo general de la investigación realizada, fue desarrollar un plan estratégico para dar a conocer las principales reformas en materia tributaria de los contribuyentes personas físicas del Régimen Simplificado de Confianza. Para lo que se desarrolló un procedimiento para la implementación de reformas en materia de comprobante fiscales (versión 4.0 CFDI y carta porte) y el uso de la firma electrónica y el buzón tributario.

Palabras clave: Buzón Tributario, CFDI, Estrategias, RESICO, formalidad

Abstract: El objetivo general de la investigación realizada, fue desarrollar un plan estratégico para dar a conocer las principales reformas en materia tributaria de los contribuyentes personas físicas del Régimen Simplificado de Confianza. Para lo que se desarrolló un procedimiento para la implementación de reformas en materia de comprobante fiscales (versión 4.0 CFDI y carta porte) y el uso de la firma electrónica y el buzón tributario.

Keywords: Tax Mailbox, CFDI, Strategies, RESICO



1. Introducción

De acuerdo a Díaz (2022) con la finalidad de que los contribuyentes cumplan a cabalidad con las recientes reformas fiscales aprobadas por el gobierno mexicano, el SAT ha emitido varias prorrogas. Sin embargo, algunas de estas disposiciones fiscales ahora si entrarán en operación en 2023, por lo que es importante tenerlas en cuenta.

Milewska (2023) menciona que el uso de la versión 4.0 del Comprobante Fiscal Digital por Internet (CFDI) originalmente entraba en vigor desde el 30 de abril de 2022, pero la autoridad tributaria dio una prórroga para julio 2022. Tras las críticas, polémicas y cuestiones técnicas como la saturación del SAT para emitir la Constancia de Situación Fiscal se anunció que la fecha límite cambiaba al 1 de enero de 2023.

El Régimen Simplificado de Confianza (RESICO) para personas físicas es una simplificación administrativa y de gestión que les permite a los contribuyentes cumplir con sus obligaciones fiscales de manera rápida, eficaz y sencilla, sin embargo, deben cumplir con algunos requisitos para tributar en dicho régimen, entre ellos, contar con la firma electrónica (e. firma).

La problemática que se presenta con respecto al Régimen Simplificado de Confianza (RESICO) es el desconocimiento de este esquema administrativo tributario por parte de los contribuyentes y por lo tanto éstos no se incorporan o inscriben en este régimen fiscal, generando un pago de impuestos superior, además de que deben cumplir obligaciones fiscales adicionales.

2. Delimitación contextual

De acuerdo al portal electrónico del Servicio de Administración Tributaria (SAT,2024) el Régimen Simplificado de Confianza es una simplificación administrativa para que el pago del impuesto sobre la renta (ISR) se realice de forma sencilla, rápida y eficaz. El objetivo de este nuevo esquema es la reducción de las tasas de este impuesto para que las personas que tengan menores ingresos, paguen menos. Esta propuesta del Servicio de Administración Tributaria (SAT) se basa en las mejores prácticas internacionales.



La propuesta está orientada a contribuyentes personas físicas que perciben ingresos anuales menores a 3.5 millones de pesos facturados conforme a su actividad económica, pertenecientes a alguno de los cuatro regímenes fiscales que conforman el Régimen Simplificado de Confianza:

1. Actividades empresariales y profesionales
2. Régimen de Incorporación Fiscal
3. Uso o goce de bienes inmuebles (arrendamiento)
4. Actividades Agrícolas, Ganaderas, Pesqueras o Silvícolas

Con este Régimen se beneficia al 82 por ciento de los contribuyentes personas físicas. Es importante acotar que los trabajadores asalariados no participarán de este régimen, sino que se mantendrán bajo el Régimen de Sueldos y Salarios.

A partir de 2022, las personas que se encuentren en este nuevo esquema estarán obligados a pagar entre el 1 y el 2.5 % de sus ingresos. Debido a estas pequeñas tasas de pago de ISR, los contribuyentes no podrán deducir ningún tipo de gasto. Esto en razón de que, aun existiendo las posibilidades de deducción, la tasa efectiva del impuesto sobre la renta (ISR) a personas físicas fue de 25.4% durante 2020, lo cual representa diez veces más que la tasa máxima del Régimen Simplificado de Confianza.

El nuevo Régimen Simplificado de Confianza utilizará como base los ingresos facturados y cobrados, lo que permitirá disminuir la labor contable del contribuyente sin que requiera el apoyo de terceras personas. El SAT como anualmente lo realiza, hará los cálculos y ofrecerá la declaración anual precargada que estará prácticamente lista, solamente para ser cotejada y pagar.

En el Régimen Simplificado de Confianza estarán las personas morales constituidas únicamente por personas físicas que no estén asociados a otras personas morales, cuyos ingresos totales en el año no excedan de 35 millones de pesos, entre otros requisitos establecidos.

De acuerdo con censos económicos e información de los padrones del SAT, existen más de 2 millones de personas morales quienes se constituyen como micro, pequeñas y medianas empresas que promueven la activación económica e impulsan la competitividad.

La simplificación administrativa consiste en que se precargará la información sobre los ingresos y gastos en las declaraciones para una sencilla determinación de los impuestos.



Este nuevo régimen tiene el objetivo de otorgar mayor liquidez a estas personas morales, es decir, pretende que las empresas tengan mayor cantidad de efectivo para sus gastos inmediatos. Esta liquidez se obtiene por dos vías:

1. Actualmente las personas morales, al ser proveedoras, pagan impuestos una vez facturadas sus ventas aun cuando sus acreedores, a quienes venden, no paguen al momento de la facturación.
2. A partir de 2022 estas personas morales pagarán sus impuestos únicamente cuando tengan ingresos por facturación efectivamente cobrada.
3. Las empresas al comprar maquinaria y ciertas inversiones que utilizan para su actividad, pueden deducirlo para pagar menores impuestos. Con el nuevo Régimen Simplificado de Confianza seguirán deduciendo, pero en menor tiempo y con mayores tasas.

Entró en vigor el 1 de enero de 2022.

3. Metodología

Para la realización de la investigación se aplicó una investigación cualitativa, de alcance descriptivo y exploratorio. La técnica de recolección de datos fue un cuestionario en escala de Likert compuesto de 20 preguntas cerradas, aplicado a los dueños o encargados de negocios o microempresas, mismo que se realizó en la cabecera municipal y las juntas auxiliares de San Juan Tuxco, Santa Catarina Hueyatazacoalco, San Rafael Tlanalapa, San Buenaventura Tecaltzingo del municipio de San Martín Texmelucan. La encuesta fue aplicada a los dueños o encargados de negocios o microempresas.

El objetivo del cuestionario aplicado es conocer la situación fiscal actual de los empresarios, por lo que se les preguntó si la empresa cuenta con RFC, además de conocer el giro preponderante y el tamaño de la empresa.

Se observan las respuestas de los empresarios encuestados, donde se puede identificar plenamente la tendencia de los resultados que servirán de base para el diseño de las estrategias (Ver figura 1).



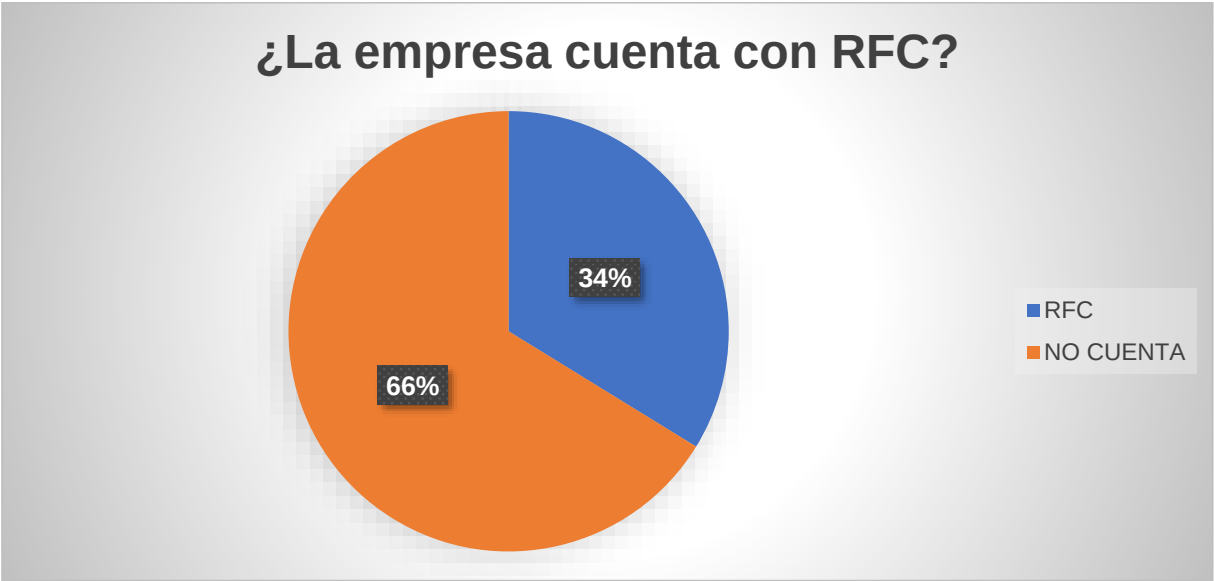


Figura 1. Encuestados que cuentan con RFC

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta realizada (2024)

Se observan que el giro preponderante es el del sector comercio con 256 negocios, seguido del de servicios (Ver figura 2).

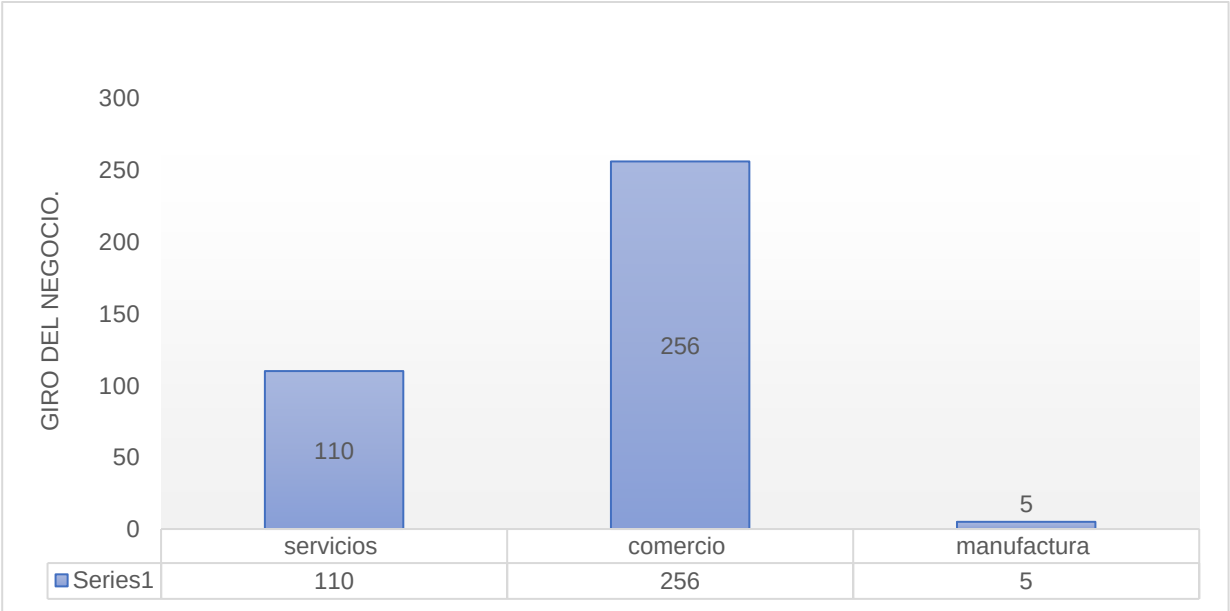


Figura 2. Giro del negocio

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta realizada (2024)



Se observa que 298 personas encuestadas tienen una microempresa, 51 son pequeñas y 27 son medianas (Ver figura 3).



Figura 3. Tamaño de la empresa

Fuente: Elaboración propia con datos de la encuesta realizada (2024)

4. Procedimiento

Para el logro de los objetivos planteados en la investigación se desarrollaron las siguientes actividades que se describen ampliamente a continuación.

Primero se realizó un análisis de las reformas aprobadas en el Diario Oficial de la Federación con los cambios al RESICO (ver Tabla 1).

Tabla 1. Análisis de las reformas aprobadas

Régimen fiscal	Reforma	Aplicación
Personas físicas relevadas de presentar aviso de cambio al RESICO	Se elimina la Regla 3.13.3. de la RMF para 2022, a través de la cual las personas físicas que de acuerdo a la Ley del ISR vigente al 31 de diciembre de 2021 tributaban en el Régimen de Actividades Agrícolas, Ganaderas, Silvícolas y Pesqueras (AGAPES).	Así que los AGAPES están relevados de cumplir con la obligación de presentar el aviso de actualización de actividades económicas y obligaciones fiscales para ubicarse en el RESICO.



Determinación del ISR cuando los contribuyentes dejen de tributar conforme al RESICO	Se agrega un segundo párrafo a la nueva regla 3.13.5. (previamente 3.13.6.) para indicar que, cuando los contribuyentes personas físicas dejen de tributar conforme al RESICO, deberán presentar el aviso de actualización de actividades económicas y obligaciones de conformidad con lo establecido en la ficha de trámite 71/CFF “Aviso de actualización de actividades económicas y obligaciones”	Se elimina la referencia a que las declaraciones de meses anteriores son declaraciones “complementarias”, implicando que estas deberán ser declaraciones normales o el tipo que corresponda

Fuente: Elaboración propia con datos de las reformas publicadas en el DOF(2024).

Posteriormente se desarrolló un esquema que explica la obtención de la firma electrónica de las personas físicas (Ver figura 4).

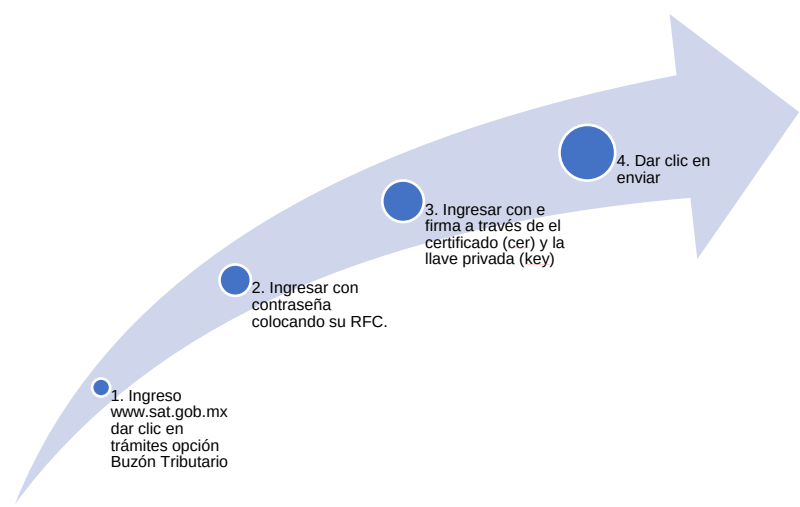


Figura 4. Diagrama de obtención de Firma Electrónica

Fuente: Elaboración propia con datos del SAT (2024)

Se elabora una tabla con el procedimiento del calculo de impuestos personas físicas y morales del RESICO (Ver tabla 2).

Tabla 2. Cálculo de impuestos personas físicas y morales del RESICO



Régimen fiscal	Reforma	Aplicación
Pagos mensuales del régimen simplificado de personas físicas	Se precisa en la Regla 3.13.7. de la RMF para 2023 (previamente 3.13.8.) que las declaraciones mensuales del RESICO estarán prellenadas con la información de los CFDI de tipo ingreso, de egreso y de pago.	A la fecha, los sistemas del RESICO no precargaban información de los CFDI de tipo pago, los cuales ahora sí serán considerados a partir de 2023.
Disminución de devoluciones, descuentos o bonificaciones	Se elimina la Regla 3.13.13. de la RMF para 2022, la cual precisaba que para los efectos del artículo 113-G, último párrafo de la Ley del ISR, el importe de las devoluciones, descuentos o bonificaciones podrá ser disminuido de la totalidad de los ingresos percibidos en la declaración anual establecida en el artículo 113-F de la citada Ley	Siempre que se emita el CFDI correspondiente.
Pagos provisionales del RESICO de las personas morales	Se precisa en la Regla 3.13.16. de la RMF para 2023 (previamente 3.13.18.) que las declaraciones mensuales del RESICO de personas morales estarán prellenadas con la información de los CFDI de tipo ingreso, de egreso y de pago	Previamente la mención a los CFDI de pago no estaba incluida.
Pago de IVA del RESICO	Se precisa en la Regla 3.13.19. de la RMF 2023 (previamente 3.13.21.) que las declaraciones mensuales del Impuesto al Valor Agregado (IVA) en RESICO de personas morales y personas físicas	Estarán prellenadas con la información de los CFDI de tipo ingreso, de egreso y de pago. Previamente la mención a los CFDI de pago no estaba incluida

Fuente: Elaboración propia con datos de las reformas publicadas en el DOF (2024).

Así mismo se mencionan cuáles son las reformas en materia de uso de buzón tributario y su aplicación en los contribuyentes (Ver tabla 3).

Tabla 3. Uso de buzón tributario y firma electrónica en RESICO



Régimen fiscal	Reforma	Aplicación
Buzón Tributario	En términos del Artículo Transitorio Vigésimo Sexto, los contribuyentes del RESICO deberán contar con buzón tributario habilitado, o bien registrar o actualizar sus medios de contacto.	En caso, el que les haga falta, de acuerdo a la Regla 2.2.7. a más tardar el 31 de marzo de 2023
Personas Físicas del RESICO podrán facturar sin e.firma hasta el 31 de marzo de 2023	A través del Vigésimo Quinto Transitorio se indica que los contribuyentes personas físicas que tributen en términos de la Sección IV del Capítulo II del Título IV de la Ley del ISR (RESICO), podrán expedir sus CFDI a través de las aplicaciones “Factura fácil” y “Mi nómina” de “Mis cuentas”, haciendo uso de la facilidad de sellar el CFDI sin la necesidad de contar con el certificado de e.firma o de un CSD hasta el 31 de marzo de 2023.	Las personas físicas del RESICO podrán continuar emitiendo CFDI sin firma electrónica hasta el 31 de marzo de 2023.

Fuente: Elaboración propia con datos de las reformas publicadas en el DOF(2024).

5. Resultados

En base a los resultados de la encuesta aplicada a los 376 empresarios, el 66% no se encuentran inscritos en el RFC y al ser 256 microempresarios del sector comercio se procede a el desarrollo de las siguientes estrategias:

Estrategia 1. Promover la incorporación de los empresarios encuestados a la Cámara Nacional de Comercio y Servicios Turísticos CANACO SERVITUR de Texmelucan.

Estrategia 2. Impartir una capacitación sobre los beneficios de la incorporación al RESICO.



Estrategia 3. Solicitar la Campaña de trámite de e firma en el módulo de Servicios al Contribuyente del Servicio de Administración Tributaria (SAT) ubicado en San Martín Texmelucan, mediante la habilitación de citas en el portal del SAT para asignar turnos y realizar el trámite.

Estrategia 4. Coordinar con el H. Ayuntamiento de San Martín Texmelucan, la CANACO y el ITSSMT la opción de habilitar un módulo alternativo del SAT para la obtención de e firma a los agremiados.

6. Conclusiones

En la región de San Martín Texmelucan se observa que de las personas encuestadas el 66% se mantiene en la informalidad al no contar con RFC, por lo que conocer los beneficios del régimen simplificado de confianza es una opción viable para su regulación tributaria, además de acceder a un esquema sencillo de tributar, con tasas mínimas para el pago de sus impuestos. Con la aplicación de la Estrategia 1 se promueve la incorporación de los empresarios encuestados a la Cámara Nacional de Comercio y Servicios Turísticos CANACO SERVITUR de Texmelucan y llevar a cabo la Estrategia 2 de Impartir una capacitación sobre los beneficios de la incorporación al RESICO se logra el conocimiento del régimen.

Así mismo se concluye que se cumple el objetivo general de la investigación realizada, ya que se desarrolló un plan estratégico para que las personas que se encuentren en la informalidad se incorporen al Régimen Simplificado de Confianza, y el desarrollo del procedimiento que se da a conocer en este artículo permitirá la implementación de reformas en materia de comprobante fiscales (versión 4.0 CFDI y carta porte) y el uso de la firma electrónica con la aplicación de la Estrategia 3 y 4 de solicitar la Campaña de trámite de e firma y el buzón tributario.



6. Referencias

Canaco Sevitur (2024). Cámara Nacional de Comercio y Servicios Turísticos CANACO SERVITUR de Texmelucan. <https://canacosanmartintexmelucan.com.mx/>

Díaz, H.M. (2022). Análisis de las implicaciones fiscales del régimen simplificado de confianza en México: un nuevo esquema de tributación para el 2022. *Faccea*, 11 <https://editorial.uniamazonia.edu.co/index.php/faccea/article/view/521>

Milewska, M. (2023). Reforma fiscal. <https://www.pwc.com/mx/es/reformafiscal.html>

SAT (2024). Régimen Simplificado de Confianza, <http://omawww.sat.gob.mx/RegimenSimplificadodeConfianza/Paginas/index.html>

SAT (2024). Requisitos y obligaciones para personas físicas que busquen permanecer en el RESICO. <https://www.gob.mx/sat/prensa/requisitos-y-obligaciones-para-personas-fisicas-que-busquen-permanecer-en-el-resico-003-2024>

Secretaría de Economía (2024). Guía de RESICO puntos básicos. <https://e.economia.gob.mx/guias/resico/>



Efecto de un biofertilizante sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de maíz

Gómez-Grande Santiago ¹, Villalobos-Cano Octavio ¹, Cabrera-Hidalgo Anselmo de Jesús², Rascón-Solano Joel¹, Grijalva-Martínez Iván¹, Contreras-Martínez Rodolfo ¹, Guigón López Cesar ¹.

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales km 2.5, carretera Delicias – Rósaes. Delicias, Chihuahua, Mexico, sonny_grande@hotmail.com

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales km 2.5, carretera Delicias – Rósaes. Delicias, Chihuahua, Mexico, ovillalo@uach.mx

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales km 2.5, carretera Delicias – Rósaes. Delicias, Chihuahua, Mexico, jsolano@uach.mx

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales km 2.5, carretera Delicias – Rósaes. Delicias, Chihuahua, Mexico, igrijalvam@uach.mx

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales km 2.5, carretera Delicias – Rósaes. Delicias, Chihuahua, Mexico, rcontrerasm@uach.mx

¹Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales km 2.5, carretera Delicias – Rósaes. Delicias, Chihuahua, Mexico, c_guigon@hotmail.com

²TecNM-Tlatlauquitepec, Carretera Federal Amozoc-Nautla km 122+600 Almoloni, Tlatlauquitepec 73907, Puebla, Mexico; anselmo.cabrera@tlatlauquitepec.tecnm.mx

Resumen: El maíz (*Zea mays* L.) es un cultivo básico para la alimentación humana y animal, es un cereal básico en muchos países y tiene múltiples aplicaciones. La presente investigación evaluó el efecto del biofertilizante comercial a base de *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* y *Trichoderma harzianum*, sobre el crecimiento y desarrollo de plantas de maíz, solo y combinado con tres fórmulas de fertilización química (N170-P32-K32, N101-P32-K32 y N32-P32-K32). Se evaluaron seis tratamientos distribuidos bajo un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones. Bioeves® + Formula N170-P32-K32 incrementó en un 285 % el peso seco de grano en comparación al testigo absoluto y en un 3.6 % con respecto a la Formula química N170-P32-K32. Respuesta favorable también fue observada en el resto de las variables analizadas, demostrando que la aplicación del consorcio de microorganismos *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* y *Trichoderma harzianum* es una excelente alternativa para el manejo agronómico del cultivo de maíz.

Palabras clave: Organismos benéficos, fertilización, *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* y *Trichoderma harzianum*.



Abstrac: Corn (*Zea mays* L.) is a staple crop for human and animal feed, it is a basic cereal in many countries and has multiple applications. The present research evaluated the effect of commercial biofertilizer based on *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* and *Trichoderma harzianum*, on the growth and development of corn plants, alone and combined with three chemical fertilization formulas (N170-P32-K32, N101-P32-K32 and N32-P32-K32). Six treatments were evaluated distributed under a completely randomized block design with four replications. Bioeves® + Formula N170-P32-K32 increased grain dry weight

By 285 % compared to the absolute control and by 3.6 % compared to the chemical Formula N170-P32-K32. A favorable response was also observed in the rest of the variables analyzed, demonstrating that the application of the consortium of microorganisms *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* and *Trichoderma harzianum* is an excellent alternative for the agronomic management of corn crops.

Keywords: Beneficial organisms, fertilization, *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* and *Trichoderma harzianum*.

1. Introducción

La producción de maíz tiene vital importancia económica mundial y nacional. Su gran versatilidad genética le permite prosperar en climas tropicales, subtropicales y templados (FAOSTAT, 2023). Es utilizado en la nutrición humana y alimentación animal aportando calorías y proteínas; es materia prima para más de 4000 productos destacando almidón, fructosa, aceites, cartón, chocolates, biocombustible y alimento animal (Gómez-Velázquez, 2019 y Barros, 2019).

Polanco y Flores (2008), mencionan que México es el principal productor de maíz blanco y la producción en sus diferentes tipos es tan grande como la producción de arroz y trigo en el mundo, por lo que, desde el punto de vista alimentario, económico, político y social, es el cultivo agrícola más importante. Las principales restricciones que enfrentan los campesinos, son precios bajos, altos costo de insumos y fertilizantes (ENA, 2019). Se considera que el principal insumo utilizado para la agricultura es la fertilización química; en cuyos casos se reportan pérdidas del 50% en el caso de fertilización nitrogenada debido al fenómeno de volatilización de amonio, proceso de desnitrificación y lixiviación del ión nitrato; por su parte el fósforo experimenta reacciones con los componentes del suelo produciéndose fijación e inmovilización para el caso del potasio la pérdida es por lixiviación y su fijación en las arcillas (Salgado *et al.*, 2010). En la búsqueda de productos amigables con el ambiente la utilización de biofertilizantes es una buena alternativa. Los biofertilizantes nos ayudan a la fijación de nitrógeno y a la solubilización de otros nutrientes como el fósforo y potasio, que



pueden reducir los costos de producción, coadyuvar al incremento de los rendimientos y favorecer los factores ecológicos en los agroecosistemas (Carcaño *et al.*, 2006). El rendimiento y calidad del maíz se ve afectado en gran parte por la degradación de suelo. El uso de fertilizantes químicos puede mejorarlos, pero tienen el potencial de afectar las fuentes de agua sumando a la variante pérdida por volatilización y al carácter que tienen al ser un recurso no renovable, por ello se requieren de insumos más amigables y sostenibles que permitan elevar los rendimientos y calidad en el cultivo de maíz sin afectar al ecosistema; aunado a esto la creciente demanda de alimentos y la limitación de las zonas agrícolas.

2. Materiales y métodos

Ubicación del área experimental

La investigación se realizó dentro del Programa de estudios Superiores de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma de Chihuahua (FCAyF) con sede en el municipio de Delicias, Chihuahua, ubicada en Km 2.5 Carretera Delicias-Rosales. El trabajo experimental consistió en la evaluación del efecto de un biofertilizante

Comercial a base de *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* y *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento y desarrollo de maíz, establecido en un predio del ejido Tlamapa en las coordenadas 18°57'56"N latitud y 98°24' 39"W longitud a una altitud de 2250 msnm en el ciclo agrícola 2021-2022, pertenecientes a la comunidad de San Martín Tlamapa, Santa Isabel Cholula, Puebla, México. La temperatura anual promedio es de 15-17°C y el rango de precipitación es de 800-1000 mm. El clima es templado subhúmedo con lluvias en verano (INEGI, 2009).

Material biológico y labores culturales

El híbrido de maíz blanco utilizado fue DK-2069® perteneciente a la empresa Dekalb®. El biofertilizante evaluado fue *Bioeves*® conformado por bacterias benéficas promotoras del crecimiento *Azospirillum lipoferum* (50x10⁷ UFC/por dosis), una bacteria benéfica promotora del crecimiento y fijadoras de nitrógeno ambiental, *Rhizophagus irregularis* (30 propágulos/mL/L) un hongo micorrízico arbuscular benéfico que interactúa con las raíces de las plantas para formar una asociación simbiótica mutualista denominada micorriza y *Trichoderma harzianum* (1x10⁸ UFC/L).

La preparación del terreno consistió en dos pasos de subsuelo a 45 cm, seguido por dos pasos de rastra, los surcos se realizaron de 0.8 m de ancho. La densidad de siembra fue de 62,500 semillas/ha y de 1 L de producto comercial para la misma. La siembra se realizó de manera manual colocando una semilla por golpe a 20 cm. Para el manejo de malezas se aplicó el herbicida preemergente Blazer® 90 WDG (atrazina 900 g de i.a/kg), en dosis de 1 kg/ha, así como el herbicida postemergente a base de Peak® 57 WG (Prosulfuron 570 g de i.a/kg) a dosis de 30 g/ha. Para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) se efectuaron dos aplicaciones: la primera a los 45 días con Palgus® (Spinetoram 60 g i.a/L) a dosis de 100 mL/ha y la segunda a los 60 días con Prostar 2L®



(Diflubenfurón 240 g i.a/L) a dosis de 250 mL/ha, en todas las aplicaciones se acidificó con Dap Plus® utilizando 1 mL por litro de agua. Se realizaron dos aplicaciones foliares enfocados a corregir deficiencias nutrimentales la primera se realizó a los 45 días después de la siembra con Trazex® a dosis de 500 g/ha y la segunda a los 65 días aplicando 1 kg/ha de K-Fol® más 1 L/ha de CaB®.

Efecto del biofertilizante y fertilización química sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz

Se evaluaron seis tratamientos, que consistieron en: 1) Testigo absoluto (sin fertilizar); 2) Formula N170-P32-K32; 3) *Bioeves*® + Formula N170-P32-K32; 4) *Bioeves*® + Formula N101-P32-K32; 5) *Bioeves*® + Formula N32-P32-K32; 6) *Bioeves*® (Cuadro 1).

CUADRO 1. BIOFERTILIZANTE Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA A BASE DE NPK APLICADO A PLANTAS DE MAÍZ DEL HÍBRIDO DK-2069®

Tratamientos	Fertilizante/biofertilizante	F0	F1	F2
T1	Testigo absoluto			
T2	N170-P32-K32	200 kg	150 kg	150 kg
T3	<i>Bioeves</i> ® + N170-P32-K32	200 kg	150 kg	150 kg
T4	<i>Bioeves</i> ® + N101-P32-K32	200 kg	150 kg	
T5	<i>Bioeves</i> ® + N32-P32-K32	200 kg		
T6	<i>Bioeves</i> ®			

Elaboración propia: F0 = Fertilización de fondo aplicado el día de la siembra. F1 = Fertilización nitrogenada a los 45 dds. F2 = Fertilización nitrogenada a los 65 dds.

Las fertilizaciones se realizaron de manera manual seguida de un paso con cultivadora con tracción animal. Se inoculó la semilla con el Biofertilizante *Bioeves*® siguiendo las instrucciones del fabricante usando una dosis de 1L de inoculante por hectárea. Se mezcló la solución del inoculante hasta quedar recubierta toda la semilla, se dejó secar a la sombra e inmediatamente se sembró de la forma recomendada (Alvarado, 2005).

Variable respuesta

El efecto de los tratamientos sobre el crecimiento de las plantas de maíz (cinco plantas por repetición) se determinó evaluando: 1) Altura de planta medida con un flexómetro marca Truper® desde la base hasta la hoja bandera; 2) Diámetro del tallo medio con un vernier Truper® colocado a 3 cm de la superficie del suelo; 3) Peso neto total (PNT= biomasa seca): se utilizó una báscula digital de la marca Truper®; 4) Peso total de rastrojo para sacar el peso se utilizó una báscula digital de la marca Truper®. Las plantas se separaron y depositaron en bolsas de papel y se secaron.



También, se determinaron las variables componentes del rendimiento (cinco plantas por repetición): 1) Número de mazorcas; 2) Peso de 100mL de grano de maíz a madurez al 12 % de humedad: medido con un medidor digital de la marca John Deere®; 3) Peso total de grano: se utilizó una báscula digital de la marca Truper®. 4) Peso de mazorca para sacar el peso se utilizó una báscula digital de la marca Truper®; 5) Número de hileras se contaron el número de hileras por mazorca; 6) Número de granos por hilera se contaron el número de granos por hilera; 7) Largo de mazorca se midió el largo de mazorca con una regla de 30 cm marca Truper®. 8) Grosor de mazorca se midió el grosor con un vernier de la marca Truper®; 9) Altura de planta: para medir la altura se utilizó un flexómetro de tres m de la marca Truper®.

Diseño experimental y análisis de datos

Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. Cada unidad experimental tuvo una superficie de 60 m² (15 x 4 m), con una separación entre tratamiento y repetición de 1.5 m. Cada unidad experimental estuvo constituida por 5 surcos de 15 metros de largo y 0.8 metros entre surco. Se comprobó la homogeneidad de varianza entre tratamientos mediante la prueba de Chi Cuadrado descrita por Bartlett (1937), y la distribución normal de las observaciones de cada tratamiento se determinó por la prueba de Shapiro Wilk (Shapiro y Wilk, 1965). Con niveles de significancia de $P < 0.05$. Los valores obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y comparación múltiple de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$). Todos los análisis se hicieron con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) Versión 9.4.

3. Resultados

Efecto del biofertilizante y fertilización química sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de maíz

Respuesta de las plantas de maíz híbrido DK 2069® a la fertilización

El análisis de varianza mostro diferencias estadísticas significativas para las variables: PNT, altura de planta y diámetro de tallo (Cuadro 2). Los tratamientos con mayor peso total fueron: Formula N170-P32-K32 con 1821 g; seguido por *Bioeves*® + Formula N170-P32-K32 y *Bioeves*® + Formula N101-P32-K32 con 1680 g y 1707.30 g respectivamente, mientras que los menores peso totales lo tuvieron Testigo absoluto y *Bioeves*® con 713.30 y 653.50 g respectivamente. En los tratamientos *Bioeves*® + Formula N170-P32-K32, *Bioeves*® + Formula N101-P32-K32, *Bioeves*® + Formula N32-P32-K32 se tuvieron los mayores pesos totales en comparación al Testigo absoluto, pero no en



comparación con la Formula N170-P32-K32. Al comparar los tratamientos Testigo absoluto y *Bioeves®* no hubo diferencias estadísticas.

Las mejores respuestas de altura y diámetro de planta se observaron con la Fórmula N170-P32-K32, *Bioeves®* + Formula N170-K32-K32 y *Bioeves®* + Formula N101-P32-K32 con alturas de 2.21 m, 2.21 m y 2.09 m respectivamente, y diámetros de 2.20 cm, 2.20 cm y 2.09 cm respectivamente. Las plantas con menor crecimiento se encontraron en el Testigo absoluto y *Bioeves®* con alturas de 1.55 m y 1.53 m respectivamente, y diámetros de 1.78 cm y 1.68 cm respectivamente (Cuadro 2).

Cuadro 2. Efecto de la fertilización en el crecimiento de las plantas de maíz DK-2069®

Fertilizante/biofertilizante	Variables vegetativas*		
	PNT (g)	Altura de planta (m)	Diámetro de tallo (cm)
Testigo absoluto	713.30 C	1.55 C	1.78 B
N170-P32-K32	1821.00 A	2.21 A	2.20 A
<i>Bioeves®</i> + N170-P32-K32	1680.00 AB	2.21 A	2.20 A
<i>Bioeves®</i> + N101-P32-K32	1707.30 AB	2.09 AB	2.06 A
<i>Bioeves®</i> + N32-P32-K32	1274.80 B	1.98 B	2.09 A
<i>Bioeves®</i>	653.50 C	1.53 C	1.68 B

*Las medias en la columna seguidas con letra diferente son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05).

N-P-K = Fórmula química, PNT = peso neto total (materia seca), m = metro, cm = centímetros.

Para la variable peso de grano, se encontraron diferencias estadísticas significativas, *Bioeves®* + Formula N170-P32-K32 y Formula N170-P32-K32 mostraron las mejores respuestas con 976.75 g y 942.25 g respectivamente, seguidos de *Bioeves®* + Formula N101-P32-K32 y *Bioeves®* + Formula N32-P32-K32 con 753.5 g y 478.25 g respectivamente. Los tratamientos con fertilización química e inoculación tuvieron rendimiento superior al Testigo absoluto, pero no en comparación a la Fórmula N170-P32-K32 (Cuadro 3).

Cuadro 3. Efecto de la fertilización sobre las variables de rendimiento en las plantas de maíz híbrido DK 2069®

Fertilizante/biofertilizante	Variables de rendimiento*							
	PSG (g)	NM	PS100g	PS100mL	NH	NG	LM (cm)	DM (cm)
Testigo absoluto	253.50 D	4.5 C	13.38 D	49.50 C	15.63 AB	20.28 C	8.26 C	3.80 C
N170-P32-K32	942.25 A	6.0 AB	23.75 B	62.25 A	15.55 AB	35.98 A	16.33 ^a	4.85 A
<i>Bioeves®</i> + N170-P32-K32	976.75 A	6.25 A	26.75 A	68.50 A	16.13 AB	38.53 A	15.90 A	4.90 A
<i>Bioeves®</i> + N101-P32-K32	753.50 B	5.0 ABC	26.18 AB	63.50 AB	16.3 A	35.65 A	14.88 A	4.40 AB



Bioeves® + N32-P32-K32	478.25 C	4.75 BC	19.50 C	57.00B C	16.48 A	28.23 B	11.85 B	4.48 AB
Bioeves®	262.71 D	4.75 BC	15.75 D	55.50 C	14.5 B	24.20 BC	9.70 C	4.03 BC

*Las medias en la columna seguidas con letra diferente son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05). N-P-K = Fórmula química, g = gramos, PSG = peso de grano, NM = número de mazorcas, PS100G = peso de 100 granos de maíz, PS100mL = peso hectolítrico de 100 mL de grano. cm = centímetros, NH = número de hileras, NG = número de granos por hilera, LM = largo de mazorcas, DM = diámetro de mazorca.

Con relación al número de mazorcas, peso de 100 granos y 100 mL (peso hectolítrico) los mejores resultados se observaron con *Bioeves®* + Fórmula N170-P32-K32, con 6.25 mazorcas, 26.75 g y 68.5 g; y con la Fórmula N170-P32-K32 con 6.0 mazorcas, 23.75 g y 62.25 g respectivamente. El menor número de mazorcas y pesos se encontraron en las plantas del Testigo absoluto con 4.5 mazorcas y 13.38 g, 49.5 g, y *Bioeves®* con 4.75 mazorcas 15.75 g, 55.5 g, respectivamente.

Para número de grano por hilera y largo de mazorcas, los mejores tratamientos fueron *Bioeves®* + Fórmula N170-P32-K32, Fórmula N170-P32-K32 y *Bioeves®* + Fórmula N101-P32-K32 con 38.53, 35.98 y 35.65 granos respectivamente, y el largo de mazorca con 16.33 cm, 15.90 cm y 14.88 cm respectivamente (cuadro 3.).

Las mejores respuestas para, número de hileras y diámetro de mazorca se encontraron en las plantas tratadas con *Bioeves®* + Fórmula N170-P32-K32 y Fórmula N170-P32-K32 con 16.3 y 16.48 hileras, y diámetros de 4.9 cm y 4.85 cm respectivamente (Figura 1).



FIGURA 6.EFECTO DE LA FERTILIZACION SOBRE LOS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO EN PLANTAS DE MAÍZ DEL HÍBRIDO DK 2069®.

4. Discusión de resultados

Bioeves® + N170-P32-K32 produjo un incremento del 3.6% en el peso de grano en comparación a la fertilización química N170-P32-K32 y un aumento de más del 200% con respecto al testigo absoluto. Estos resultados indican que la utilización de *Bioeves®* potencializan el incremento en el rendimiento de maíz por efecto de la aplicación de microorganismos benéficos, efecto que puede ser atribuible a la estimulación del crecimiento de la raíz, una mayor superficie de absorción de nutrientes, un mayor crecimiento de la parte aérea y al incremento de NPK en las plantas inoculadas como lo propuso, Okan & Labandera (1994) y Aguilera *et al.* (2008). Estudios realizados mencionan que el uso de microorganismos benéficos permite incrementar el rendimiento de grano del 5 a 30 % y en promedio para México 26 % bajo diferentes tipos de suelo, clima y variedad de cultivo (Caballero-Mellado, 2014).

Los resultados obtenidos en este estudio están por debajo de lo que reporta Caballero-Mellado (2014), y Carcaño *et al.* (2003) y García *et al.* (2005), quienes encontraron incrementos del 8 % al usar *Azospirillum brasilense* en comparación con el testigo fertilizado químicamente. Irizar *et al.* (2003) registran un 60 % de incremento en maíz, utilizando *A. brasilense* sobre la fertilización química. Estos datos indican que la bacteria tiene un efecto estimulador variado en el rendimiento debido a las diferentes condiciones edafoclimáticas y a la producción de citocininas, giberelinas y auxinas, de esta última, especialmente la del ácido indolacético, el cual puede modificar el balance de fitohormonas permitiendo la germinación de la semilla de maíz y el incremento en la longitud y volumen de raíces, lo que mejora la absorción de nutrientes y finalmente la transferencia de una gran cantidad de minerales (Bashan *et al.*, 1993 y Tortora *et al.*, 2011).

Tavera *et al* (2017) al comparar dosis de *T. harzianum* y dosis de Fertilización nitrogenada al 50 % con respecto al Testigo Fertilización nitrogenada al 100 % encontraron que al incrementar la dosis de *T. harzianum* en relación 20, 30 y 40 g/100 g de semilla de *Zea mays* registraron un efecto positivo; siendo la mayor dosis de *T. harzianum* la que mejor respuesta generó. Lo que demuestra que la aplicación de diferentes dosis puede mejorar el rendimiento de grano. Martínez *et al.*, (2018), evaluando la Biofertilización y fertilización química en cultivo de maíz (*Zea mays*) en el cual no se encontraron diferencias estadísticamente diferente respecto a las variables componentes de rendimiento, este autor resalto que los resultados obtenidos en ese estudio muestran que la respuesta a la inoculación varía en función de la variedad del cultivo, grado de fertilidad, tipo de suelo, clima y disponibilidad de agua, observándose mejores resultados en suelos con niveles intermedios de fertilización (Bashan *et al.*, 1996 y Caballero-Mellado, 2014).

5. Conclusiones



Bioeves® + Formula N170-P32-K32 incremento en un 285 % el peso seco de grano en comparación al testigo absoluto y en un 3.6 % con respecto a la Fórmula química N170-P32-K32. Respuesta favorable también observada en el resto de las variables analizadas, demostrando que la aplicación del consorcio de micro organismos *Azospirillum lipoferum*, *Rhizophagus irregularis* y *Trichoderma harzianum* es una excelente alternativa para el manejo agronómico del cultivo de maíz.

Referencia



- o Aguilera, G., L. I. V. Olalde P., M. Rubí A., & R. Contreras A. (2008). Micorrizas arbusculares. *Ciencia ergo sum*, 14(3), 300-306
- o Bashan, Y. Holguín, G., Puente, E., Carrillo, M. A., Alcaraz M. López C. A., & Ochoa J., L. (1993). Critical evaluation of plant inoculation with beneficial bacteria from the genus *Azospirillum*. In: Ferrera-Cerrato, R. y Quintero L., R. (eds.). *Agroecología, sostenibilidad y educación* (pp. 115-123). Colegio de Posgraduados. Centro de Edafología. Montecillos, Estado de México.
- o Barros, C. (2019). Maíz y cultura. En: M.V. González (Coord.). *Nuestra cultura alimentaria del maíz, diversidad de saberes y prácticas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- o Caballero-Mellado J. (2014). El género *Azospirillum*. Programa de Ecología Molecular y Microbiana, Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno. México: UNAM.
- o Carcaño-Montiel, M.G., Mascarúa-Esparza, M.A. & López Reyes, L. (2003). Producción y comercialización de inoculantes bacterianos en México. García Calderón, N.E., et al., *Suelos: un enfoque holístico para su manejo y conservación*. España: BUAP, UNAM, CSIC-ESPAÑA.
- o Carcaño-Montiel, M.G., Ferrera-Cerrato, R., Pérez-Moreno, J., Molina-Galán, J.D., & Bashan, Y. (2006). Actividad nitrogenasa, producción de fitohormonas, sideróforos y antibiosis en cepas de *Azospirillum* y *Klebsiella* aisladas de maíz y teocintle. *Terra Latinoamericana*, 24, 493-502.
- o Carranca, C., Brunetto, G., & Tagliavini, M. (2018). Nitrogen nutrition of fruit trees to reconcile productivity and environmental concerns. *Plants*, 7(1), 4. <https://doi.org/10.3390/plants7010004>
- o Encuesta Nacional Agropecuaria (2019). Resultados. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/programas/ena/2019/> consultado 10/10/23
- o FAO. (2019). El sistema alimentario en México Oportunidades para el campo mexicano en la Agenda 2030 de Desarrollo Sostenible. Ciudad de México. 68 pp.
- o FAOSTAT. 2023. Cultivos. Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database (FAOSTAT). Consultado en línea: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Consultado 10/10/23.
- o García, O.J.G, Moreno M., V.R., Rodríguez L., C.I., Mendoza H., A., & Mayek P., N. (2005). Efecto de cepas de *A. brasilense* en el crecimiento y rendimiento de grano de maíz. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(3), 305-310.
- o Gómez, Y., y Velázquez, E.B. (2019). Salud y cultura alimentaria en México. *Revista Digital Universitaria*. 20(1):1-12.



- o Irizar, G.M., Vargas, P., Garza, D., Tut, C., Rojas, M., Trujillo, A., García, R., Aguirre, M., Martínez, J., Alvarado, S., Grageda, O., Valero, J., & Aguirre, J. (2003). Respuesta de cultivos agrícolas a los biofertilizantes en la región central de México. Agricultura técnica
- o Martínez, R.L., Aguilar, J.C.E., Carcaño M. M.G., Galdámez G. J., Gutiérrez M.A., Morales C.J.A., Franklin B. Martínez A.F.B., Llaven M.J., Eraclio Gómez P.E., (2018). Biofertilización y fertilización química en maíz (*Zea mays* L.) en Villaflores, Chiapas, México. Siembra, 5(1); 001-012.
- o Okon, Y. and Labandera-González, C. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum* evaluation of 20 years world wide field inoculation. Soil Biology. 26: 1591-1601.
- o Polanco J A, T Flores M (2008) Bases para una Política de I&D e Innovación de la Cadena de Valor del Maíz. Foro Consultivo Científico y Tecnológico, México D.F. 246 p.
- o Salgado GS., Núñez E R., Peña C.J.J., Etchevers BJD., Palma L.D.J, Soto H.M.R (2003). Manejo de la fertilización en el rendimiento, calidad del jugo y actividad de invertasas en caña de azúcar. Interciencia. 28, (10); pp. 576-580.
- o Tavera-Zavala, D.D., Hernández-Escañera, J. J., Ulibarri, G., Sánchez-Yáñez. J. M (2017). Inoculación de *Trichoderma harzianum* en *Zea mays* y su efecto a la adición del fertilizante nitrogenado al 50%. *J. Selva Andina Res. Soc.* 8(2):115-123.
- o Tortora, M.L., Diaz-Ricci, J.C. & Pedraza, R.O. (2011). *Azospirillum brasilense* siderophores with antifungal activity against *Colletotrichum acutatum*. Archives of Microbiology, 193, 275-286.



Diseño y estudio para uso de fotoceldas en ventanas sustentables.

Romano, Rodríguez – Ma. Natividad¹, Pérez, Martínez – René², Hernández, Medina – José Juan³ y Juárez, Tepepa – María Tomasa⁴

1. División de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, manatividadromanorgz@gmail.com
2. División de Ingeniería en Logística, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, reneperezm1@gmail.com
3. División de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, jhmedina2024@gmail.com
4. División de Ingeniería en Logística, Instituto Tecnológico Superior de Tlaxco, maria.jt@tlaxco.tecnm.mx

Resumen: En este trabajo se realiza una propuesta de implementación de un sistema de captación de energía solar – a través de fotoceldas – con la intención de que se pueda usar en un sistema de conexión junto con la energía eléctrica proporcionada por la CFE – Comisión Federal de Electricidad. Los paneles solares se colocarían en los vidrios de las ventanas de las casas con la intención de que se usen tal y como normalmente es la función de una ventana. Con esto se pretende un sistema de energía limpia, enlazado con la energía eléctrica convencional que minimice el pago de uso de energía ante CFE. También se pretende que el sistema sea implementado en las denominadas casas de interés social.

Palabras clave: Ahorro de energía, Fotocelda, ventana sustentable, consumo de energía.

Abstract: In this work, a proposal is made for the implementation of a solar energy collection system – through photocells – with the intention that it can be used in a connection system together with the electrical energy provided by the CFE – Federal Electricity Commission. Solar panels would be placed on the window panes of homes with the intention of using them as the normal function of a window is. This aims to create a clean energy system, linked to conventional electrical energy that minimizes the payment for energy use before CFE. It is also intended that the system be implemented in the so-called social interest houses.

Keywords: Energy savings, Photocell, sustainable window, energy consumption.



1. Introducción

El ser humano siempre ha buscado mejorar su bienestar y comodidad pero, debido a esta constante búsqueda, se ha generado un incremento masivo en el consumo de recursos naturales y energéticos susceptibles de ocasionar impactos ambientales; no obstante, muchos creen que tarde o temprano todos los residuos generados se degradarán o desaparecerán, pero, actualmente, la actividad humana tiene una huella evidente alrededor del mundo, lo cual propicia problemas que repercuten de manera local, nacional y global, como es el caso del deterioro en la calidad del aire.

Las emisiones de contaminantes que afectan la calidad del aire son producidas por diversas fuentes, tales como la generación eléctrica, el transporte en general y la industria, entre otras. Las principales afectaciones resultantes de estas emisiones incluyen el deterioro de ecosistemas y el incremento en la incidencia de algunas enfermedades respiratorias, cardiovasculares o del sistema urinario (OMS, 2016). Es momento de considerar que mejorar la calidad del aire puede impulsar avances significativos en la forma de vida de las personas.

La generación eléctrica basada en fuentes convencionales de energía con lleva la liberación de contaminantes que afectan el medio ambiente y la salud en zonas aledañas a la central de generación; afectaciones que han ido en aumento, debido al incremento en la demanda de energía eléctrica, como resultado del crecimiento de la población y de la actividad económica.

Los efectos con mayor relevancia pueden ser observados en lagos, ríos, arroyos, pantanos y otros medios acuáticos, así como sobre la vegetación. Esto se debe a que se incrementa la acidez de las aguas y los suelos (PROFECO, 2014). Además, la caída de partículas ácidas obstruye los poros de las plantas y los acidifica, lo cual dificulta el proceso de la fotosíntesis; efectos que, en combinación con otros agentes dañinos para el ambiente, reducen la resistencia de la vegetación y también afectan a los insectos del ecosistema.

El costo de la generación de energía eléctrica de manera convencional, no solo se limita al aspecto monetario, sino también a los daños ambientales descritos anteriormente, lo que ha causado daños irreversibles a la naturaleza, a los seres humanos y al planeta con las emisiones de CO₂.

En este trabajo se propone un sistema de energía limpia que permita la acumulación de energía eléctrica a través de fotoceldas colocadas en las ventanas y que sea usado en las denominadas casas de interés social, que permita ser usada en la iluminación en lámparas exteriores o dentro de la casa y el uso de aparatos de audio, que no representen un consumo alto de energía. Dicho sistema estará unido al de energía eléctrica habitual, con el fin de minimizar el pago de consumo de energía ante la Comisión Federal de Electricidad - CFE para los habitantes de viviendas de interés social. Las celdas de perovskita se pueden usar y ya se usan ampliamente, para fachadas o techos en edificios, a fin de coleccionar la energía



solar y convertirla en energía eléctrica. Sin embargo, su transparencia no es prístina y aún tienen problemas de durabilidad que se están tratando de resolver. Otra ventaja adicional es que su costo va a la baja, casi la mitad de las celdas de silicio (Regalado-Pérez et al, 2024). En cuanto a sus propiedades térmicas son equiparables a las celdas de silicio (Bing, 2022).

2. Sustento teórico

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable y limpia que utiliza la radiación solar para producir electricidad. Se basa en el llamado efecto fotoeléctrico, por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y liberar electrones, generando una corriente eléctrica.

Para ello, se emplea un dispositivo semiconductor denominado **celda o célula fotovoltaica**, que puede ser de silicio monocristalino, policristalino o amorfo, o bien otros materiales semiconductores de capa fina. Las de silicio monocristalino se obtienen a partir de un único cristal de silicio puro y alcanzan la máxima eficiencia, entre un 18 % y un 20 % de media. Las de silicio policristalino se elaboran en bloque a partir de varios cristales, por lo que resultan más baratas y poseen una eficiencia media de entre el 16 % y el 17,5 %. Por último, las de silicio amorfo presentan una red cristalina desordenada, lo que conlleva peores prestaciones (eficiencia media de entre un 8 % y un 9 %) pero también un precio menor (Iberdrola, 2023).

Hay dos tipos de plantas fotovoltaicas: **las que están conectadas a la red** y las que no. Dentro de las primeras existen, a su vez, otras dos clases:

- **Central fotovoltaica:** toda la energía producida por los paneles se vierte a la red eléctrica.
- **Generador con autoconsumo:** parte de la electricidad generada es consumida por el propio productor (en una vivienda, por ejemplo) y el resto se vierte a la red. Al mismo tiempo, el productor toma de la red la energía necesaria para cubrir su demanda cuando la unidad no le suministra la suficiente.

Estas instalaciones con conexión a la red cuentan con tres elementos básicos:

- **Paneles fotovoltaicos:** se trata de grupos de celdas fotovoltaicas montadas entre capas de silicio que captan la radiación solar y transforman la luz (fotones) en energía eléctrica (electrones).
- **Inversores:** convierten la corriente eléctrica continua que producen los paneles en corriente alterna, apta para el consumo.
- **Transformadores:** la corriente alterna generada por los inversores es de baja tensión (380-800 V), por lo que se utiliza un transformador para elevarla a media tensión (hasta 36 kV).

Por su parte, las **instalaciones no conectadas a la red** operan *en isla* y suelen encontrarse en lugares remotos y explotaciones agrícolas para satisfacer demandas de iluminación, servir de apoyo a las



telecomunicaciones y bombear los sistemas de riego. **Estas plantas aisladas requieren dos elementos adicionales para funcionar:**

- **Baterías:** encargadas de almacenar la energía producida por los paneles y no demandada en ese instante para cuando sea necesario.
- **Reguladores:** protegen la batería contra sobrecargas y previenen un uso ineficiente de la misma.

La manera de medir el potencial de energía solar que un territorio tiene, es a través de la radiación solar. Según la International Renewable Energy Agency – IRENA (Ávila, 2021) México se encuentra entre 15° y 35° de latitud, región considerada la más favorecida en recursos solares, donde se recibe diariamente, en promedio, 5.5 Kwh/m² (la unidad de medición de radiación solar). En la figura 1 se observa que el noroeste del país es la zona con mayor potencial, donde la radiación excede los 8 Kwh/m² en primavera y verano. Sin embargo, los puntos de demanda más altos son en el centro del país, lo que implica un reto/oportunidad para la infraestructura de transmisión de la CFE.



Figura 1. Radiación solar en México.

Fuente: <https://ciep.mx/energia-solar-en-mexico-su-potencial-y-aprovechamiento/>

De la tabla 1 se observa que, a pesar de que México tiene un territorio 5.5 veces mayor que Alemania y una radiación 5.0 veces superior, la energía solar generada en el país europeo es 44.2 veces superior. Con respecto a China, a pesar de que México tiene un territorio 4.9 veces menor, tiene una radiación solar promedio 1.2 veces mayor. Sin embargo, la energía solar generada en México es equivalente al 0.1% de la generada en China.

Tabla 1. Comparativo de aprovechamiento solar

País	Tamaño del territorio (Km²)	Radiación Solar (Kwh/m²)	Generación de energía solar (Gwh)
Alemania	357,376.00	1.1	5,047.00
China	9, 597,000.0	4.5	116,500.00
México	1,964,000.00	5.5	114.2

Notas: Por disponibilidad de información, los datos de energía solar del 2014.

Fuentes: Elaboración por el CIEP, con datos del Bank (2017) y de SOLARGIS (2017)

Cuadro 1. Comparativo de aprovechamiento solar.

Fuente: <https://ciep.mx/energia-solar-en-mexico-su-potencial-y-aprovechamiento/>

Los módulos fotovoltaicos (figura 2) son un conjunto de celdas interconectadas entre sí con la capacidad de entregar un amplio rango de potencias que puede llegar hasta los cientos de Watts. Un módulo fotovoltaico de silicio común consta de 60 a 96 celdas solares individuales de 15 centímetros cuadrados (cm²), cada una con capacidad de producir de 4 a 5 Watts en hora pico. Las dimensiones típicas de los módulos fotovoltaicos comerciales son de 1 metro (m) por 1.5 m por 4 centímetros (cm), con capacidad para generar una potencia pico de 260 a 320 Watts. Actualmente existe la posibilidad de incrementar la eficiencia en los módulos comerciales y de reducir el costo y la complejidad de su fabricación, así como la cantidad de silicio necesaria para generar 1 Watt y la dependencia de plata para la metalización de los contactos (MIT, 2016).

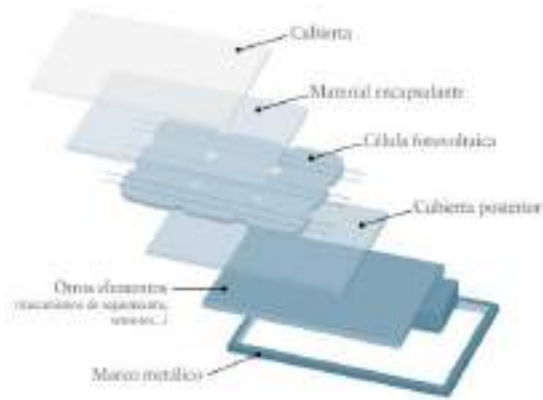


Figura 2. Representación esquemática de un módulo solar fotovoltaico.

Fuente: Ecosistemas del Sureste C.B. MIT, 2016.



La concentración fotovoltaica (CFV) consiste en enfocar la radiación solar en celdas pequeñas y de alta eficiencia, mediante la utilización de espejos, lentes o una combinación de ambos tipos de dispositivos. Las celdas que constituyen los módulos de CFV generalmente están fabricadas de varias capas, cada una de las cuales captura longitudes de onda específicas del espectro de luz solar. Aunque el costo de las celdas de CFV es mayor, éste se podría compensar con las altas eficiencias —más de 38% para las celdas y 25% en los módulos— que presentan y con el menor costo de las superficies reflejantes (ProMéxico 2017).

En este trabajo usamos el término fotoceldas en ventanas, sin embargo, existe el concepto de “ventanas solares” las cuales son producidas por empresas como: Sharp, EnergyGlass, Physee o Ubiquitous Energy, aunque hay muchas preguntas que quedan por resolver: ¿son realmente una opción viable? ¿puedes instalarlos en tu casa? ¿cuánto cuestan?

Actualmente, **las ventanas solares aún se encuentran en etapas incipientes de desarrollo**. Si bien son una buena propuesta, todavía queda tiempo para que sean comercialmente viables. Y esto es porque debe enfrentar **dos grandes retos: una eficiencia todavía muy baja y unos altos costes**.

¿Qué son las ventanas solares?

El nombre define bastante bien el producto, pues las ventanas solares no dejan de ser ventanas transparentes que además de dar luminosidad al espacio también absorben la luz solar y la convierten en electricidad. En este caso, en lugar de usar silicio, que es de un azul profundo y completamente opaco, para recolectar electricidad, como hacen la mayoría de los paneles solares convencionales, las ventanas solares usan algo llamado puntos cuánticos. Básicamente, los puntos cuánticos absorben la luz solar no visible (como los rayos ultravioletas) y luego la dispara hacia las células solares en los lados del cristal de la ventana. Las células solares absorben esa luz y la convierten en electricidad (Corporativo Cambio Energético, 2024).

La premisa fundamental de las ventanas de células solares es que debe absorber la luz del sol para convertirla en electricidad, al tiempo que permite que la luz del sol entre por la ventana. Entonces, ¿cómo funciona?

Un panel solar tradicional estará compuesto por células fotovoltaicas (estas están hechas de materiales semiconductores que están diseñados para absorber la luz solar) que se encargan de absorber la luz solar y convertirla en electricidad para que usar. La forma en que funciona una ventana de células solares es muy similar; pero la tecnología es un poco más avanzada debido a que existe la necesidad de dejar que la luz solar visible entre por la ventana a tu hogar o empresa.



Una ventana de celda solar **podrá aprovechar solo una parte del espectro solar que es invisible a simple vista y luego permitir que la luz visible pase a través de la ventana** e ilumine lo que esté al otro lado. Esto se hace utilizando un concentrador solar luminiscente transparente (TLSC por sus siglas en inglés). El TLSC está hecho de sales orgánicas que han sido diseñadas para absorber solo longitudes de onda específicas que no podemos ver.

Este tipo de células solares **no son tan eficientes como las de un panel solar** convencional. Esto se debe a la luz que están dejando pasar y, por tanto, dejan de absorber. Lo que se traduce en una menor eficiencia.

Los desarrolladores de esta tecnología consideran que a medida que se avance en su producción, **deberían ofrecer una eficiencia de casi el 10% (9,8%)**. Algo que puede no llamar la atención en comparación con la eficiencia de un panel solar convencional (entre el 15% y el 18%) y de uno de alta eficiencia (entre el 19% y el 23%).

En opinión de Ángel Balderas, investigador y académico del tecnológico de Querétaro: “Involucrar al ciudadano y a las MiPymes en decisiones dentro del sector fotovoltaico y energía térmica que promueve el programa Ciudad Solar del gobierno de la CDMX, es una de las mejores decisiones de un gobierno ciudadano”.

“Trabaje 10 años en Europa, realice estudios de doctorado en España y tuve estancias en Alemania, países que no tienen ni gas ni petróleo. Ahora estas regiones y toda Europa están repensando sus matrices energéticas, y en México también debemos hacer lo mismo, repensar en nuestras fuentes de energía con la diferencia de que nosotros sí tenemos petróleo, pero no gas (Zarco, 2022).

Los ingenieros y los científicos nos movemos con base en datos porque cuando sólo se manejan y se orientan decisiones con narrativas e ideas preconfiguradas suele pasar que se parte de una idea que con frecuencia choca con la realidad.

“En el caso de la energía limpia y renovable, yo parto mi análisis con datos existentes: En México, por ejemplo, en 2018 el actual gobierno heredó menos del cinco por ciento de energía generada con fuentes limpias: 3.9 por ciento eólica; 0.2 por ciento de bioenergía; 0.7 por ciento de fotovoltaica. Estos números sumados no llegaban ni al cinco por ciento del total.”

“Hablando sobre México y por la posición geográfica que tenemos con más horas de exposición al sol, debemos de movernos hacia las energías limpias y renovables, obvio, por motivos ecológicos y porque los hidrocarburos no son energéticos renovables, además de generar los efectos negativos de contaminación y daño a la salud ya descritos anteriormente.”



Por otro lado, y de acuerdo con el glosario del Sistema Nacional de Información e Indicadores de Vivienda, las **casas de interés social o económicas** son aquellas con una superficie de construcción promedio de 40 metros cuadrados, con un baño, una cocina y área de usos múltiples y su precio, calculado en UMAS, no debe ser mayor a las 118 unidades, es decir, menos de 350,000 pesos (Hernández, 2022).

La vivienda de interés social está dirigida a derechohabientes de fondos de financiamiento, que perciben menos de cuatro salarios mínimos, así como a aquellas personas que, por razones medioambientales como terremotos o huracanes, perdieron sus hogares. Es por ello que en este trabajo se considera un esquema de fotoceldas en las ventanas, para que puedan pagar una cuota menor en las tarifas de energía eléctrica establecidas por la Comisión Federal de Electricidad.

En este contexto y de acuerdo a Incháustegui, 2019: Aunque la actividad humana es responsable de una gran parte de los contaminantes emitidos a la atmósfera, también existen fuentes naturales. En México, de acuerdo con el Inventario Nacional de Emisiones de 2008, las fuentes naturales contribuyeron con 22% y las antropogénicas con 78% de las 71.2 millones de toneladas totales emitidas; a su vez, de las emisiones antropogénicas, 7% proviene de fuentes fijas, que incluyen, entre otras, **las centrales eléctricas**. Por ello, además de disminuir la emisión de contaminantes, el uso de manera más eficiente la electricidad o el uso de energías limpias puede inducir un ahorro en el recibo de pago.

De acuerdo con el INEGI, 2016, la erogación por concepto de energía en los hogares representa 4.2% del gasto corriente de un hogar promedio. Esto asciende a \$411.00 al mes; la reducción en el consumo eléctrico o el uso de un sistema de energía alternativa además de beneficiar al ambiente y la salud, reduciría el costo de los pagos de energía ante CFE.

Por ello se propone implementar un sistema de energía limpia – fotovoltaica – colocando las fotoceldas en las ventanas de casas de interés social que, unido a la red de energía eléctrica convencional, pueda ser usado en la iluminación y en dispositivos o aparatos de bajo consumo de energía que repercutan en la disminución de pagos a CFE.

4. Resultados, discusión

En este trabajo se pretende implementar fotoceldas solares para ventanas como las comunes que puedan colocarse en el techo. En la figura 3, describimos la propuesta de instalación de las fotoceldas solares, (ventanas y techos) y el esquema de interconexión del sistema fotovoltaico y CFE.





Figura 3. Esquema de interconexión.

Fuente: Creación propia.

En la figura 4, se muestra el tipo de aparatos o dispositivos que podrán usar la energía recabada a través del sistema que se propone en este trabajo. En esta aparece también el enfoque a lo que mencionan en la agenda 2030, referente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), la propuesta de este trabajo, busca formar parte de los siguientes objetivos:

ODS 3. Salud y bienestar: Garantizar una vida sana y promover el bienestar en todas las edades es esencial para el desarrollo sostenible.

ODS 7. Energía asequible y no contaminante. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles



Figura 4. Esquema de interconexión con aparatos y dispositivos que funcionaran con sistema propuesto.

Fuente: Creación propia.

En la tabla 2 se establece un comparativo de generación de energía en fotoceldas convencionales y las establecidas para las fotoceldas para ventanas de perovskitas.

Tabla 2. Generación de energía de fotoceldas en Watts / m²

Tecnología	Generación (W / m²)	Tiempo de vida
Silicio monocristalino	200	20 – 25 años
Silicio policristalino	220	20 – 25 años
Ventanas de perovskitas	250 – 400	1,000 horas
Olvera, 2022. Salazar 2016. Centro de Investigación en Energía Solar		

La empresa estadounidense “Ubiquitous Energy” ha instalado en varios edificios, entre ellos el de su sede en California, unos paneles solares transparentes en el lugar de las ventanas. Esta tecnología es «la primera alternativa generadora de energía e invisible del mundo a las ventanas». Ubiquitous Energy tiene la patente de la tecnología UE Power, un revestimiento de vidrio que es casi indistinguible de una ventana convencional y que genera energía a través de la luz solar, la empresa ha desarrollado unas celdas solares que transmiten la luz visible, mientras que absorben y convierten en energía solo una parte del espectro de la luz solar, los rayos ultravioletas e infrarrojos. Las ventanas cuentan con dos cristales sellados entre sí, con cables que pueden conectarse directamente a algo cercano, así como a una batería o a la red eléctrica. Estos cristales solares pueden servir para alimentar de energía parte de la vivienda o negocio, pero también se puede devolver a la red eléctrica la energía producida y, de esta forma, obtener algún ingreso. Dependiendo de las necesidades de cada edificio, de la luz solar que reciba y de su tamaño, tales ventanas solares pueden compensar entre el 10% y el 30% de las necesidades energéticas de un edificio, este rango aumenta cuanto más eficiencia energética tiene el edificio y provee una manera económica de ayudar a conseguir energía con cero emisiones.

Actualmente han instalado sus ventanas solares en el edificio de Biomedicina y Ciencias Físicas de la Universidad del Estado de Michigan y en unas instalaciones de la empresa Nippon Sheet Glass en Ohio. En este caso, están en la fachada de la entrada principal y la energía se almacena en una batería. La última instalación se ha hecho en un edificio de oficinas de Boulder, Colorado (Hernández, 2022).

Otro caso es el de la empresa “Ovacen”, en el que se establece: La ventana solar pueden ser una innovación que promete para el futuro del sector energético ya que son varios los beneficios que nos podrían aportar en el día a día.



Ventajas y características de las ventanas solares:

- Permiten el paso de la luz y no se necesita espacio extra, como es el caso de los paneles solares.
- Disponibilidad de tamaños y formas: Tienen una lata gama de tamaño, incluso en medidas o formas especiales y pueden variar en colores o transparencias según necesidad del proyecto.
- Fácil colocación e instalación: se pueden instalar en diversos lugares: ventana, fachadas, ventanillas de coche, pantallas de móviles, Tablet y otras superficies. Se adapta a cualquier tipo de carpintería exterior, e incluso, para interior.
- Contienen filtros: reduciendo la entrada de calor en el interior de las viviendas o edificios. Esto nos permite tener un mejor aislamiento y eficiencia, ahorrando, por ejemplo, en aire acondicionado en verano o en el consumo de calefacción.
- Ahorro de electricidad: las láminas solares pueden reducir hasta la mitad la necesidad de fuentes externas de electricidad.

¿Qué desventajas tienen las ventanas fotovoltaicas?

No todo son beneficios, también se tienen desventajas y cabe reseñar:

Precio de compra. El precio de adquisición es elevado en comparación con los modelos estándar.

Instalación más compleja. Al llevar componentes electrónicos la instalación es más abrumadora y con necesidad de cableado eléctrico.

Mantenimiento. Es más elevado que las instalaciones convencionales y en caso de problemas, se necesita la participación de una empresa especializada.

Tecnología por desarrollar. Es un problema típico de toda innovación, aunque se está avanzando con gran rapidez, aún necesitan avances para un desarrollo completo.

Las **ventanas con células solares** están siendo utilizadas en una variedad de proyectos de construcción, desde rascacielos hasta en edificios, e incluso, en hogares particulares. Son especialmente útiles en lugares con gran exposición solar, permitiendo que la energía del sol sea aprovechada de manera más eficiente (Seguí, 2019).

Finalmente se muestra un comparativo en eficiencia y costo y visibilidad en la tabla 3.



Tabla 3. Comparativo en eficiencia y costo y visibilidad.

Fotocelda	Eficiencia	Costo	Visibilidad
Silicio Transparente	5%-10%	Alto	Parcial/Completo
Bifacial	18% - 20%	Moderado	No
Convencional Monocristalina	20% - 22%	Moderado - alto	No

5. Conclusiones

Las celdas fotovoltaicas se pueden usar y ya se usan ampliamente, para fachadas o techos en edificios, a fin de coleccionar la energía solar y convertirla en energía eléctrica. Sin embargo, su transparencia no es prístina. Otra ventaja adicional es que su costo va a la baja, casi la mitad de las celdas de silicio, en el caso de las celdas de perovskita. En cuanto a sus propiedades térmicas son equiparables a las celdas de silicio. La filosofía de colocar celdas fotovoltaicas en lugares apartados que ocupan extensiones enormes de terreno, se puede cambiar a instalaciones en cualquier tipo de edificios o casas de interés social. Hay nuevas tecnologías como la de perovskita que brindan una eficiencia mayor y apoyar en el objetivo global de lograr una matriz de energía renovable con puntos de producción más cercanos a los puntos de consumo. Es en este contexto, se pueden aprovechar los espacios urbanos, lo que se perfila como una alternativa prometedora.

El potencial de producción se puede potenciar combinando celdas de perovskita que aprovechan el espectro azul de la luz natural y las celdas de silicio tradicionales en tándem de silicio/perovskita más eficiente del mundo con una eficiencia combinada del 33,2 %.

Este avance es especialmente importante en el campo de la energía solar, ya que puede potenciar ahorro significativo del mercado fotovoltaico mundial en los próximos años, Sin embargo, existen desafíos por superar. Uno de ellos es la escalabilidad de la producción de células tándem de perovskita/silicio a nivel industrial y aumentar las horas de vida útil de las celdas de perovskita.

En cualquier caso, la búsqueda de tecnologías solares más eficientes y sostenibles en entornos urbanos es un hito muy importante.

6. Referencias

1. Ávila, J. R. A., de Fátima Alvírez, M. D. R., Armendáriz, D. A. E. A., Ríos, V. A. D., Rodríguez, M. F., & Olivas, O. A. V. 16., 2021, Uso de energía sostenible como principio de una administración responsable: Universidad Autónoma de Chihuahua. RESPONSABILIDAD SOCIAL Y SOSTENIBILIDAD: DISRUPCIÓN E INNOVACIÓN ANTE EL CAMBIO DE ÉPOCA, 258.



2. Bing et al, 2022) Bing, J., Caro, L. G., Talathi, H. P., Chang, N. L., Mckenzie, D. R., & Ho-Baillie, A. W. (2022). Perovskite solar cells for building integrated photovoltaics—glazing applications. *Joule*, 6(7), 1446-1474.
3. Blog master solar. Las plantas fotovoltaicas, ¿qué son y cómo funcionan? Recuperado de: <https://distribuidorsolar.mx/las-plantas-fotovoltaicas-que-son-y-como-funcionan/> el 30 de septiembre de 2022
4. Centro de Investigación en Energía Solar. (2022). Medición de la eficiencia energética de los paneles solares de silicio.
5. Caccivio, M., & Bonomo, P. (2018). Energy performance of semi-transparent photovoltaic modules for building integration: Experimental characterization and simulation analysis. *Renewable Energy*, 126, 991-1000. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.04.002>
6. Corporativo “Cambio Energético”, “Ventanas solares ¿merecen la pena?”, Año 2024, <https://www.cambioenergetico.com/blog/ventanas-solares-merecen-la-pena/#:~:text=El%20nombre%20define%20bastante>, consultado el 17/12/2024
7. Corporativo Iberdrola, ¿Cómo funcionan las plantas fotovoltaicas?, artículo de 2023, <https://www.iberdrola.com/sostenibilidad/que-es-energia-fotovoltaica>, Consultado el 17/12/2024
8. Corporativo Iberdrola. Apostamos por la energía solar fotovoltaica. Recuperado el 30 de septiembre de 2022 de: <https://www.iberdrola.com/conocenos/nuestra-actividad/energia-solar-fotovoltaica>. Consultado el 17/12/2024
9. Hernández, Nallely, ¿Qué es la vivienda social y cuál es el reto de construirla para los que menos tienen?, Diario el Economista, Publicado el 22 de abril de 2022, <https://www.eleconomista.com.mx/econohabitat/Que-son-las-casas-de-interes-social-20220421-0102.html>, Consultado el 17/12/2024.
10. Hernández Solana, María, Electricidad por la ventana: una empresa desarrolla paneles solares transparentes, Publicado el 24/01/202. Recuperado el 17/12/2024. Consultado en: <https://theobjective.com/tecnologia/2022-01-24/energia-paneles-solares-transparente>
11. Incháustegui, A.V. Díaz, T. Efecto ambiental y socioeconómico de la producción de energía eléctrica. *Revista Ciencia y Desarrollo*. No. 30. Recuperado el 05 de septiembre de 2022, de: <https://www.cyd.conacyt.gob.mx/?p=articulo&id=482#>
12. Limón Portillo, Alejandro, Energía solar en México: su potencial y aprovechamiento, Publicado el 2 de junio de 2017, <https://ciep.mx/energia-solar-en-mexico-su-potencial-y-aprovechamiento/>, Consultado el 17/12/2024.
13. Massachussets Institute of Technology (MIT, Energy Initiative). The Future of Solar Energy. An Interdisciplinary MIT Study. Agosto, 2016. <http://energy.mit.edu/wp-content/uploads/2015/05/MITEI-The-Future-of-Solar-Energy.pdf>



14. Olvera Rivas, R., Sánchez Mera, T. M., & Cruz, J. S. (2022). Cronología y revisión de tecnologías fotovoltaicas. Revista Electrónica de la Universidad Autónoma de Querétaro.
15. OMS. (2016). Calidad del aire ambiente (exterior) y salud. Recuperado el 30 de octubre de 2017, de: <https://tinyuri.com/kp67vkt>
16. PROFECO (2014). Energía: edición especial PROFECO – CONUEE. Revista del consumidor, 84. Recuperado el 17 de abril de 2019, de: [https://issuu.com/profeco/docs/Apostamos por la energía solar fotovoltaica](https://issuu.com/profeco/docs/Apostamos%20por%20la%20energía%20solar%20fotovoltaica)
17. ProMéxico. LA INDUSTRIA SOLAR FOTOVOLTAICA Y FOTOTÉRMICA EN MÉXICO, Secretaría de Energía, Elaborado por ProMéxico, Ciudad de México, 2017 ISBN: 978-607-97294-8-6
18. Regalado-Pérez, E. R., Cruz, E. B. D., Cancino-Gordillo, F. E., & Villanueva-Cab, J. (2024). PEROVSKITAS: EL NUEVO RETO EN CELDAS SOLARES. RD-ICUAP, 18-28.
19. Salazar-Peralta, A., Pichardo-S. J. Alfredo, & Pichardo-S, U. (2016). La energía solar, una alternativa para la generación de energía renovable. Revista de Investigación y Desarrollo.
20. Sánchez, P. Un “vistazo a lo que sucede en España y Portugal en tarifas eléctricas. Marzo, 2019. Recuperado en 05 de septiembre de 2022 de: <https://www.pv-magazine-mexico.com/2022/03/29/un-vistazo-a-lo-que-sucede-en-espana-y-portugal-en-tarifas-electricas/>
21. Seguí, Pau, Ventanas solares o fotovoltaicas: el futuro de las solar Windows, Publicado en 2019. Recuperado el 17/12/2024, <https://ovacen.com/ventanas-solares-fotovoltaicas/>
22. SEMARNAT. (2013). Estrategia Nacional de Cambio climático. Recuperado el 30 de abril de 2019, de: <https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/>
23. Yang, C., Su, J., & Wu, H. (2019). Performance analysis of bifacial photovoltaic modules under different installation configurations. Solar Energy, 188, 1168-1176. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.07.089>
24. Zarco, Jorge, “Tenemos que movernos a energías limpias y renovables”, publicado el 30 de septiembre de 2022, pv magazine, <https://www.pv-magazine-mexico.com/2022/09/30/tenemos-que-movernos-a-energias-limpias-y-renovables/>, Consultado el 17/12/2024



Estrategias de Capacitación para la Transferencia de Conocimiento en PYMES Texmelucan

Mendieta, Reyes-Jesús Fidel¹, Ortiz, Pérez-Sugey Angelica², Nuevo, Reyes-Janeth³

1. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx
2. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, L19270156@smartin.tecnm.mx
3. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, L19270127@smartin.tecnm.mx

Resumen: El presente artículo aborda el desarrollo de una evaluación de mecanismos, en PYMES de la región de San Martín Texmelucan, para facilitar la transferencia de conocimiento. El estudio considera que la transferencia de conocimiento contribuye a la competitividad y productividad en estas empresas, y la importancia de las metodologías y de una gestión adecuada de los procesos y el conocimiento. Se realizó una investigación exploratoria-descriptiva, utilizando encuestas aplicadas a empleados de PYMES para identificar los factores críticos del ambiente organizacional que afectan la gestión del conocimiento. Los resultados muestran que aspectos como la capacitación, la comunicación y las condiciones laborales impactan significativamente en la transferencia de conocimiento, y el modelo propuesto ofrece un marco para mejorar dichos factores.

Palabras clave: Ambiente organizacional, eficiencia laboral gestión del conocimiento, PYMES, transferencia de conocimiento.

Abstract: This article addresses the development of an evaluation of mechanisms in SMEs in the region of San Martín Texmelucan, to facilitate knowledge transfer. The study considers that knowledge transfer contributes to competitiveness and productivity in these companies, and the importance of methodologies and proper management of processes and knowledge. Exploratory-descriptive research was carried out, using surveys applied to employees of SMEs to identify the critical factors of the organizational environment that affect knowledge management. The results show that aspects such as training, communication and working conditions have a significant impact on knowledge transfer, and the proposed model offers a framework to improve these factors.

Keywords: Knowledge management, knowledge transfer, organizational environment, SMEs, work efficiency



1. Introducción

Se ha detectado que dentro de la región de Texmelucan las PYMES tienen una alta exigencia en competitividad, productividad, lo cual requiere atenderse mediante una transferencia efectiva de conocimiento, ya que, la transferencia efectiva de conocimientos está vinculada a un mayor comportamiento innovador y al desempeño organizacional general, como lo demuestra una correlación positiva entre el intercambio de conocimientos y la innovación (De Matos, 2023). Esto a su vez requiere de cultura organizacional robusta y comunicación entre jefe empleado, puesto que una empresa donde sus individuos se encuentran cómodos los hace más productivos y dispuesto. Ya que Una cultura de apoyo fomenta la comunicación abierta y la colaboración, facilitando el intercambio de conocimientos (Reis et al., 2023).

Además, que cuando un individuo llega a la organización, este lo hace con sus características, una historia y tiene sus propias expectativas que van relacionadas con sus experiencias, su personalidad, sus capacidades y habilidades, esto es una base en el comportamiento que pueda afectar de forma positiva o negativa en su desempeño, las relaciones interpersonales fuertes potencian la disposición a compartir conocimientos, ya que la confianza reduce los riesgos percibidos asociados con el intercambio de conocimientos (Saad-Abinbuhaybeha, 2023).

Hoy en día el entorno organizacional se ve afectado por la gestión de la organización y su efectividad, ya que existen diversos factores orientados a las relaciones interpersonales, a los elementos físicos y a los estructurales que deben evaluarse, pues bien, estos actúan al facilitar o dificultar los procesos que conducen a la productividad de los empleados, gerentes, administrativos, etc. Por ende, del sistema en general.

Dado que la gestión del conocimiento se refleja en factores que pueden incluir comunicación y habilidades, se convierte en un algo muy complejo. Además, si las personas que reciben la información no están debidamente capacitadas, cualquier proceso que una organización competente implemente puede fallar, el conocimiento se puede transferir a través de la capacitación formal, la tutoría y las interacciones informales, cada una desempeñando un papel en la efectividad del proceso de transferencia (Νικολοπούλου, 2023). Todo esto subraya la importancia de desarrollar un modelo adecuado de transferencia para garantizar que la empresa sea productiva y eficiente.



2. Delimitación contextual

El presente estudio se focalizó en una población conformada por individuos que desempeñan sus labores en diversas Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES) ubicadas en la región de San Martín Texmelucan. La participación de este grupo en encuestas vinculadas a la gestión del conocimiento en sus entornos laborales se considera un componente esencial para comprender y optimizar los procesos relacionados con la adquisición, compartición y aplicación del conocimiento en el ámbito empresarial.

La relevancia de este estudio radica en la capacidad de obtener perspectivas valiosas y experiencias concretas de los participantes, lo cual permitirá arrojar luz sobre las estrategias actuales, prácticas implementadas y áreas de mejora en lo que concierne a la gestión del conocimiento en estas PYMES específicas.

3. Metodología

Esta investigación adopta un enfoque descriptivo y exploratorio, como instrumento de recolección de datos se utiliza como instrumento una encuesta, con la cual se obtiene información sobre aspectos relacionados con los empleados, la empresa, las condiciones laborales, la formación y las relaciones laborales. Estos datos se utilizan para describir características específicas de la población, como la demografía de los empleados, la estructura organizativa, las prácticas de contratación y las condiciones de trabajo. Además, se investigan diversos aspectos del entorno laboral y la dinámica organizacional. Por ejemplo, se examina cómo se lleva a cabo la formación, cómo se comunican las políticas y procedimientos internos, y cómo se perciben las relaciones entre colegas y líderes corporativos. El aprendizaje por transferencia permite que los modelos aprovechen el conocimiento de una tarea para mejorar el desempeño en otra, mejorando significativamente la eficiencia en las aplicaciones de aprendizaje profundo (Letho & Potter, 2023).

La investigación no utiliza una muestra probabilística porque el objetivo no es representar a una población más amplia, sino analizar las perspectivas específicas de los 121 participantes que se encuentran dentro del ámbito de estudio. Los participantes fueron seleccionados de manera intencional, asegurando que proporcionen información relevante para los aspectos analizados (condiciones laborales, formación, relaciones laborales, etc.). Esta estrategia permite obtener un entendimiento profundo y contextualizado de las características y dinámicas de la organización, a través de la selección intencionalmente a los participantes que cumplen con criterios específicos, útiles para estudiar grupos de nichos (Wang, 2024), reconociendo que los participantes fueron seleccionados en función de su disponibilidad, lo que puede conducir a resultados sesgados debido a la falta de representación (Wang, 2024).



La investigación considera a 121 participantes en edad desde los 22 hasta los 45 años. De este grupo, se obtuvieron datos específicos sobre la distribución de género, con el fin de analizar de manera más detallada las perspectivas de mujeres y hombres en relación con la gestión del conocimiento en el entorno empresarial de San Martín Texmelucan. El análisis proporcionará perspectivas valiosas para identificar áreas de oportunidad y desarrollar estrategias más efectivas en el ámbito de la gestión del aprendizaje.

Esta encuesta proporciona datos detallados que permiten describir la situación actual de la organización en varios aspectos relacionados con el capital humano y la cultura organizacional, al tiempo que explora posibles áreas de interés para investigaciones más profundas o para implementar cambios y mejoras en la empresa.

4. Desarrollo

Los resultados de las encuestas indicaron que la capacitación es un elemento clave en la transferencia de conocimiento, ya que fortalece las habilidades de los empleados y facilita el aprendizaje organizacional. La comunicación interna también fue identificada como fundamental para asegurar que la información fluya adecuadamente, un estudio indicó que el 86% de los empleados ve las comunicaciones internas como estratégicas para alinear sus intereses con los objetivos de la empresa (Chiusoli et al., 2024). El análisis reveló que, en la mayoría de las PYMES estudiadas, existe una falta de comunicación efectiva, lo que entorpece la implementación de mejoras en los procesos, la comunicación interna es fundamental para construir una cultura organizacional fuerte, que apoye el logro de los objetivos de la empresa (Ramdhan et al., 2024). Además, las relaciones laborales y las condiciones de trabajo se mostraron determinantes para el clima organizacional y, por ende, para la disposición de los empleados a compartir y aplicar el conocimiento. Con base en estos resultados, se desarrolló un modelo que incluye directrices para mejorar estos factores, destacando la importancia de un ambiente organizacional saludable para el éxito empresarial.

La encuesta se desarrolló en FORMS de Microsoft, con un total de 57 preguntas, incluidas las secciones: Datos del encuestado, datos de la empresa, forma de reclutamiento, proceso de inducción, capacitación para ocupar puesto, capacitación, condiciones laborales, comunicación interna, relaciones laborales. El link de la encuesta se compartió a 121 personas estudiantes de modalidad mixta, los cuales laboran en empresas de la región de San Martín Texmelucan.

A partir de las repuestas se obtienen los siguientes resultados sobre la transferencia de conocimiento e innovación:

- Proceso de Inducción y Capacitación.



- o Inducción: El 95% de los empleados han tenido un proceso de inducción una vez contratados, y el 85% indica que esta capacitación se programó dentro del horario laboral. Esto sugiere que la empresa valora la integración adecuada y rápida del personal.
- o Utilidad de la Capacitación: Un alto porcentaje (90%) considera que las capacitaciones tomadas fueron útiles, y el 88% afirma que les ayudó a desarrollar sus actividades e integrarse a la empresa. Esto indica que el contenido y la calidad de las capacitaciones son efectivos.
- o Capacitación Continua: La organización ha brindado capacitación específica para el puesto en el 92% de los casos, y el 80% menciona que estos cursos también se programaron dentro del horario laboral. Esto refleja un compromiso continuo con el desarrollo profesional.
- Aspectos de Innovación.
 - o Instalaciones y Seguridad: El 75% considera que las instalaciones son adecuadas para sus actividades, y el 70% confirma la existencia de señalizaciones sobre cómo responder ante situaciones de riesgo. Esto muestra un entorno físico favorable y seguro.
 - o Conocimiento de Procedimientos: El conocimiento sobre cómo responder ante riesgos es alto (68%), y el 80% sabe dónde se localizan los reglamentos del trabajo. Las condiciones del espacio laboral son satisfactorias para el 78%, lo cual es crucial para mantener un ambiente de trabajo seguro y eficiente.
 - o Retroalimentación: El 82% de los empleados recibe retroalimentación de sus actividades, y el 80% considera que estas observaciones de mejora son útiles para su desempeño. Esto sugiere que la empresa tiene un sistema efectivo de retroalimentación y mejora continua.
- Material de Apoyo.
 - o Frecuencia de Materiales: Los materiales de apoyo más comunes proporcionados durante el proceso de inducción incluyen manuales (90%), reglamentos (85%), y cronogramas (75%). Esto indica que la empresa proporciona recursos adecuados para apoyar la integración y el desarrollo de los empleados.
- Evaluación General.
 - o Métodos de Evaluación: Los métodos de evaluación más utilizados son la evaluación por objetivos (50%) y la verificación de comportamiento (30%). Esto sugiere que la empresa utiliza diversas técnicas para evaluar el desempeño de los empleados, lo cual puede contribuir a un desarrollo más integral y objetivo.



Estos resultados indican que las empresas de la región de San Martín Texmelucan tienen un enfoque sólido en la transferencia del conocimiento y la innovación. La mayoría de los empleados reciben una capacitación adecuada y consideran útiles las capacitaciones y materiales de apoyo proporcionados. Además, las condiciones de trabajo y la retroalimentación recibida son vistas positivamente, lo que sugiere un entorno propicio para la transferencia del conocimiento y la innovación.

Respecto al proceso de inducción y capacitación en la empresa ver tabla 1, podemos observar lo siguiente:

- Ha sido bien recibido por la mayoría de los empleados, quienes consideran que estas iniciativas son útiles y están adecuadamente programadas dentro del horario laboral
- La capacitación específica para cada puesto es común y valorada positivamente, lo que contribuye al desarrollo profesional de los trabajadores.
- En cuanto a los aspectos de innovación, las instalaciones y señalizaciones son adecuadas, lo que permite que los empleados estén bien informados sobre cómo responder ante situaciones de riesgo. Las condiciones laborales se perciben como satisfactorias, y la retroalimentación proporcionada es efectiva y útil para el crecimiento personal y profesional.
- Respecto al material de apoyo, los empleados cuentan con recursos comunes como manuales, reglamentos y cronogramas, lo que facilita su integración en la empresa y su desarrollo continuo y finalmente, la empresa implementa diversos métodos de evaluación para medir el desempeño de sus empleados, destacando la evaluación por objetivos y la verificación del comportamiento, lo que asegura un seguimiento adecuado del progreso individual y colectivo.



Tabla 1. Informe de transferencia del conocimiento

Categoría	Pregunta	Respuesta Mayoritaria	Porcentaje
Transferencia del Conocimiento	¿Tuvo proceso de inducción una vez contratado?	Sí	95%
	¿La capacitación de inducción se programó dentro o fuera del horario laboral?	Dentro	85%
	¿Fueron de utilidad las capacitaciones tomadas?	Sí	90%
	¿Te sirvió la capacitación de inducción para desarrollar las actividades o integrarte a la empresa?	Sí	88%
	¿La organización ha brindado capacitación de acuerdo al puesto al que te contrataron?	Sí	92%
	¿Los cursos de capacitación brindados fueron programados dentro o fuera del horario laboral?	Dentro	80%
	¿Fueron de utilidad las capacitaciones tomadas?	Sí	85%
Aspectos de Innovación	¿Consideras que las instalaciones de la empresa son las adecuadas para desarrollar tus actividades?	Sí	75%
	¿Existe un documento, cartel, infografía o señalización sobre cómo responder ante una situación de riesgo?	Sí	70%
	¿Sabes cómo responder ante alguna situación de riesgo?	Sí	68%
	¿Sabes dónde se localizan los reglamentos del trabajo?	Sí	80%
	¿Las condiciones de tu espacio de trabajo (iluminación, temperatura o espacio) te permiten realizar tus actividades de manera satisfactoria?	Sí	78%
	¿Recibes retroalimentación de tus actividades?	Sí	82%
	¿Te es útil en tu desempeño estas observaciones de mejora?	Sí	80%
Material de Apoyo en el Proceso de Inducción	Manuales		90%
	Reglamentos		85%
	Cronogramas		75%
	Especificaciones de clientes, normas		60%
Evaluación General	Autoevaluación		20%
	Evaluación por objetivos		50%
	Verificación de comportamiento		30%

Fuente: Elaboración propia, a partir de resultados del Encuesta de Microsoft Forms

En el análisis de las conclusiones por antigüedad, ver tabla 2, se observa lo siguiente:

- Los empleados con menos de dos años en la empresa perciben de manera positiva la transferencia del conocimiento y los aspectos de innovación, reflejando un alto porcentaje de respuestas afirmativas. No obstante, existe un margen de mejora en cuanto a la percepción de las instalaciones y la utilidad de las capacitaciones.
- Para aquellos empleados con una antigüedad entre dos y cinco años, los resultados son similares a los del grupo más reciente, aunque se nota una ligera mejora en la percepción de las instalaciones y



en la retroalimentación recibida. La capacitación continúa siendo valorada positivamente por este grupo.

- Los empleados con entre cinco y diez años de antigüedad muestran una percepción muy favorable respecto a la transferencia del conocimiento y los aspectos de innovación. La mayoría considera que las capacitaciones son útiles y que las instalaciones son adecuadas para sus necesidades.
- Los empleados con más de diez años en la empresa presentan la percepción más positiva en todas las categorías evaluadas. Este grupo muestra altos porcentajes de respuestas afirmativas, lo que sugiere una integración y adaptación exitosa a lo largo del tiempo, evidenciando un fuerte compromiso con la organización.



5. Conclusiones

La evaluación del ambiente organizacional propuesto contribuye significativamente a optimizar la transferencia de conocimiento en las PYMES de San Martín Texmelucan. Al identificar y mejorar aspectos como la capacitación, comunicación, relaciones laborales y condiciones de trabajo, las empresas pueden fortalecer su ambiente organizacional y aumentar su competitividad. Cabe señalar que el intercambio de conocimientos es esencial para una ventaja competitiva sostenible, permitiendo a las organizaciones innovar y mejorar la prestación de servicios (Mwawasi, 2022). Se recomienda a las PYMES de la región implementar esta evaluación y mejorar su gestión de conocimiento, lo cual permitirá un desempeño más eficiente y adaptable en el mercado, ya que las innovaciones derivadas de la comunicación efectiva del conocimiento son fundamentales para el crecimiento económico y la competitividad en el mercado mundial (Duginets & Busarieva, 2022). Futuras investigaciones podrían enfocarse en aplicar esta evaluación en otras regiones y sectores para validar su efectividad en distintos contextos empresariales, considerando que las regiones desarrolladas actúan como transmisores de conocimiento, mientras que las regiones menos desarrolladas reciben conocimiento principalmente, lo que indica un flujo lineal de información (Caisedo Asprilla, 2019).



6. Referencias

- o Caicedo Asprilla, H. (2019). 3. El análisis de las diferencias en el proceso de transferencia de tecnología entre regiones. doi: 10.11144/JAVERIANA.CAO.31-56.ADPT
- o Chiusoli, C., Da Silva, B., Silva dos Santos, L., Robson, F. (2024). 4. The challenges of internal communication as sales goals: an exploratory study with sellers. Revista Científica Acertte, doi: 10.63026/acertte.v4i5.186
- o De Matos, S. (2023). 5. The Effect of Knowledge Sharing on Innovative Behavior in Organizations. Advances in wireless technologies and telecommunication book series, doi: 10.4018/978-1-6684-6620-9.ch013
- o Duginets, G. & Busarieva, T. (2022). 5. Knowledge methods of tnc competitiveness. Arpocbit, doi: 10.32702/2306-6792.2022.20.19
- o Letho, K. & Potter, K. (2023). 2. Knowledge Transfer in Machine Learning, Adaptive Learning with Pretrained Models. doi: 10.31219/osf.io/dy5v7
- o Νικολοπούλου, Β. (2023). 3. A Translation Theory of Knowledge Transfer. doi: 10.1093/oso/9780198832362.001.0001
- o Reyes, A. P., Sá, I., Margarida, R. Carrizo, A. (2023). 1. Repatriate's Knowledge Transfer: Antecedents of Knowledge Transfer, Transfer Process, Knowledge Absorption, and Consequences. Contributions to management science, doi: 10.1007/978-3-031-37868-3_11
- o Saad-Abinbuhaybeha, M. M. (2023). 2. Knowledge Transfer: A Critical Review of Research Approaches. doi: 10.55938/ijgasr.v2i1.37
- o Stanley, Mwawasi. (2022). 1. Leveraging Knowledge Sharing to Achieve Sustainable Competitive Advantage in Organizations. Journal of strategic management, doi: 10.53819/81018102t2043
- o Suci Ramdhan, A., Zulfikar, M., Hasanah, U., Agustin D., Pramudita, S. (2024). 1. Komunikasi Interpersonal Dan Budaya Kerja Dalam Meningkatkan Hubungan Dengan Pegawai Di Klinik Pelangi Bunda Medika. Professional : Jurnal Komunikasi dan Administrasi Publik, doi: 10.37676/professional.v11i1.6129
- o Wang, X. (2024). Use of proper sampling techniques to research studies. Applied and Computational Engineering, 57(1):141-145. doi: 10.54254/2755-2721/57/20241324



Estructuración: plan Mantenimiento Autónomo y Planificado del proceso Textil de apertura

Mendieta, Reyes-Jesús Fidel¹, Galicia, Tobón-Daniela², Trigotenco, Pérez-Michelle³, y Villegas, Soto-Mariam⁴

1. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx
2. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, 20270089@smartin.tecnm.mx
3. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, 20270071@smartin.tecnm.mx
4. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, 20270057@smartin.tecnm.mx

Resumen: Se aborda la problemática de los paros recurrentes de máquinas en área de apertura de algodón y poliéster de una empresa textil, ocasionados por la falta de mantenimiento adecuado y por mala operación. La propuesta para atender esta problemática es el Mantenimiento Productivo Total, una forma práctica de mantener las máquinas en buen estado. Se trabaja sobre dos pilares importantes en el mantenimiento: los pilares de mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado, diseñado para aumentar la disponibilidad de los equipos y mejorar la eficiencia operativa. En este artículo se pretende presentar un modelo teórico que permita reducir los fallos en equipos mediante estrategias de mantenimiento que incluyan tareas autónomas realizadas por los operadores. El alcance incluye estructuración de un plan general de mantenimiento que integre inspecciones regulares, limpieza y ajustes programados. Si bien la propuesta se limitó a un marco teórico sin aplicación práctica directa, se establecieron bases sólidas para la mejora continua en la gestión del mantenimiento.

Palabras clave: Análisis AMEF, estandarización, Mantenimiento autónomo, Mantenimiento Planificado, Mantenimiento Productivo Total (TPM).

Abstract: The problem of recurrent machine stoppages in the area of opening of a textile company, caused by lack of adequate maintenance and poor operation, is addressed. The proposal to address this problem is Total Productive Maintenance, a practical way to keep machines in good condition. It works on two important pillars in maintenance: the pillars of autonomous maintenance and planned maintenance, designed to increase equipment availability and improve operational efficiency. This article aims to present a theoretical model that allows reducing equipment failures through maintenance strategies that include



autonomous tasks performed by operators. The scope includes structuring an overall maintenance plan that integrates regular inspections, cleaning, and scheduled adjustments. Although the proposal was limited to a theoretical framework with no direct practical application, solid foundations were established for continuous improvement in maintenance management.

Keywords: Autonomous Maintenance, FMEA Analysis, Planned Maintenance, standardization, Total Productive Maintenance (TPM).



1. Introducción

En las áreas de apertura de algodón y poliéster de una empresa industrial, los paros de maquinaria representan un desafío constante que afecta de manera significativa la productividad y el cumplimiento de los objetivos operativos. Estas interrupciones se originan principalmente debido a la falta de mantenimiento adecuado y la forma en que se hace el trabajo entre los operarios y técnicos responsables. Como consecuencia, la disponibilidad de los equipos se encuentra por debajo del 80%, lo que compromete la continuidad del flujo de producción y la calidad del producto final. Ante este panorama, resulta indispensable la implementación de estrategias que no solo aborden las fallas existentes, sino que también establezcan prácticas preventivas. En este contexto, la metodología TPM (Mantenimiento Productivo Total) surge como una solución que pretende realizar actividades de transformación en la empresa (Castro Pichucho, Andrés Isaías, 2012). El enfoque se centra con la ayuda de dos pilares fundamentales: mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado. Los problemas que afectan el desempeño de las áreas de apertura de algodón y poliéster pueden clasificarse en dos grandes categorías: técnicos y organizativos. En cuanto a los problemas técnicos, destaca el mantenimiento insuficiente de los equipos, lo que genera fallos recurrentes. Además, no existen planes claros para la inspección y limpieza de las máquinas, lo que incrementa los problemas a largo plazo. Por otro lado, la falta de piezas de repuesto organizadas y catalogadas complica las reparaciones rápidas y prolonga los tiempos de inactividad. En cuanto a los problemas organizativos, se observa una baja cultura de mantenimiento entre los operadores y mecánicos, lo que prolonga la resolución de problemas menores. También se identifica la carencia de documentación técnica que permita comprender las especificaciones y capacidades de los equipos. Finalmente, la falta de capacitación continua y de procesos estándar genera inconsistencias en las prácticas operativas y de mantenimiento.



Se debe entender que el TPM comprende una dirección organizacional la cual tiene una habilidad directiva que involucra sistemas, cultura organizacional, arquitectura y creatividad (Sánchez, I. M., 2009). En otras investigaciones enseña que las consecuencias en las que se producen en el TPM como estrategias y procesos son la participación del personal involucrado en los procesos operativos de equipos y recursos físicos y acciones de mantenimiento en la vida útil de las máquinas (Suzuki, T, 2017). En este caso, se propone la implementación de dos pilares clave. El primero es el mantenimiento autónomo, que busca ayudar a los operadores para que realicen tareas básicas de mantenimiento, como la limpieza, ajuste e inspección de los equipos. Estas actividades no solo reducen la dependencia de los mecánicos para problemas menores, sino que también aumentan el sentido de responsabilidad del personal sobre los equipos que operan diariamente. CEMEX implementó el mantenimiento autónomo en sus plantas para aumentar la disponibilidad de sus equipos y reducir fallas en la producción. Al capacitar a sus operarios para que realicen inspecciones y mantenimiento básico, la empresa pudo detectar y solucionar problemas en etapas tempranas, reduciendo los tiempos de inactividad y prolongando la vida útil de sus activos. CEMEX logró reducir los costos de mantenimiento en un 20% y mejoró la confiabilidad de sus equipos en un 30% (Hernández, M., 2019).

Para lograrlo, se plantea capacitar a los operadores en el uso y cuidado básico de los activos, crear procedimientos operativos estandarizados que detallen las tareas rutinarias de mantenimiento autónomo y establecer indicadores de desempeño para monitorear la ejecución de estas tareas y su impacto en la reducción de paros. El segundo pilar es el mantenimiento planificado, es un enfoque estratégico que tiene como objetivo maximizar la disponibilidad y fiabilidad de los equipos y procesos (De la Vega, J. A., & Morales, C., 2018). La implementación de este pilar requiere una planificación rigurosa basada en datos históricos de fallas y en un análisis detallado de los equipos. Entre las acciones contempladas están la elaboración de fichas técnicas para cada máquina, detallando sus especificaciones, capacidades y piezas críticas, esto ayuda a los usuarios, técnicos y operarios a entender las especificaciones y así facilitar su uso efectivo y seguro (Ramos, E., 2018); el análisis AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos) para identificar y mejorar fallas de productos, procesos y sistemas. Que también evalúa y clasifica los efectos, causas y elementos de identificación para obtener un documento preventivo (Moreno Calva, 2017). Y la definición de un calendario de mantenimiento preventivo que contemple inspecciones regulares, ajustes y reemplazos programados de piezas desgastadas. La implementación de estos pilares traerá consigo una serie de mejoras prácticas para las áreas de apertura de algodón y poliéster. En primer lugar, se espera un aumento de la funcionalidad de los equipos, reduciendo los paros no planificados y logrando que la disponibilidad de los activos supere el 90%, acercándose a los estándares óptimos de operación. En segundo lugar, se prevé una mejora de la calidad del producto, ya que equipos en mejores condiciones garantizan un flujo de producción continuo y uniforme, reduciendo el riesgo de defectos.



2. Delimitación contextual

A pesar de su alcance prometedor, el proyecto enfrenta ciertas limitaciones que deben ser consideradas. La implementación se limitará a un marco teórico, sin aplicación práctica inmediata en el área de apertura de algodón y poliéster. Asimismo, no se incluirán otros pilares de la metodología TPM, como el mantenimiento de calidad o las mejoras enfocadas, lo que restringe el alcance integral de la metodología. Por último, el enfoque estará limitado únicamente a las áreas de apertura, sin considerar otras etapas del proceso productivo. Estas restricciones, aunque limitan el impacto directo del proyecto, no disminuyen la relevancia de los objetivos planteados y el potencial de los resultados esperados. La implementación de los pilares de mantenimiento autónomo y planificado en las áreas de apertura de algodón y poliéster representa un paso crucial para abordar los problemas recurrentes de paros y fallos en los equipos. Aunque el proyecto tiene un alcance teórico, establece una base sólida para transformar la gestión del mantenimiento, mejorar la funcionalidad de los activos y fomentar una cultura de mejora continua entre el personal.

3. Metodología

La metodología TPM fue seleccionada debido a su probada efectividad en entornos industriales similares, donde la integración del mantenimiento autónomo y planificado ha demostrado mejorar significativamente la disponibilidad de los equipos y reducir los costos operativos. El uso del análisis AMEF permitió estructurar de manera lógica y prioritaria las intervenciones necesarias, mientras que la elaboración de fichas técnicas y POE estandarizados que ofrece un modelo que se puede aplicar en otras áreas para gestionar los activos. Aunque la metodología presentó una estructura confiable, se identificaron ciertas limitaciones: La implementación se limitó a un marco teórico, por lo que no se evaluaron los resultados de la propuesta en un entorno práctico. No se incluyeron otros pilares del TPM, como el mantenimiento de calidad o las mejoras enfocadas, lo que reduce el alcance integral del enfoque. La metodología se diseñó específicamente para las áreas de apertura por lo que su aplicación directa en otros contextos podría requerir adaptaciones.

4. Desarrollo

Para fortalecer el control de activos y mejorar la ubicación precisa de cada equipo en las áreas de apertura de algodón y poliéster, se realizó un recorrido detallado en ambas secciones, con el fin de contar con un inventario actualizado. En la recepción de materia prima, donde se reciben, pesan y clasifican pacas de algodón y poliéster según sus propiedades físicas, se identificaron los activos fijos que intervienen en el proceso de apertura y limpieza.



En el área de apertura, donde se forma el banco de algodón de 40 pacas y el de poliéster de 24 pacas diarias, se procedió a registrar las máquinas en secuencia operativa, comenzando por el Blendomat (Limpiador), que recoge material de cada paca, seguido del Jossi (Detector de metales) que retira partículas metálicas, hasta la Multimixer (Multimezcladora), donde el material se almacena en silos para luego ser transportado al abridor fino. Aquí, se identificaron cada una de estas máquinas, anotando sus números de serie y características de diseño, y asegurando una documentación visual mediante fotografías para facilitar el seguimiento y la gestión de cada activo.

Posteriormente, en el área de cardado, donde el material se procesa para retirar impurezas, se realizó el mismo procedimiento de registro y documentación. En esta etapa, donde la carda estira la mecha de salida y la entrega en botes listos para el hilado, se registraron los equipos esenciales para asegurar que cada paso del proceso cuente con el respaldo documental y visual necesario. Este inventario detallado contribuirá a un mantenimiento más eficiente, permitiendo detectar oportunamente la necesidad de reparaciones o reemplazos y asegurando así la disponibilidad operativa de cada máquina clave en el proceso de apertura de algodón y poliéster.

El propósito de realizar un diagrama de flujo del proceso de la línea de producción, siguiendo la metodología de los principios de Diagramación de Procesos, es representar de manera visual y ordenada las etapas, actividades y flujos involucrados en la producción, figura 1. Esto permite comprender la funcionalidad de la línea, identificar áreas de mejora, optimizar recursos y garantizar una operación eficiente y alineada con los objetivos de producción.



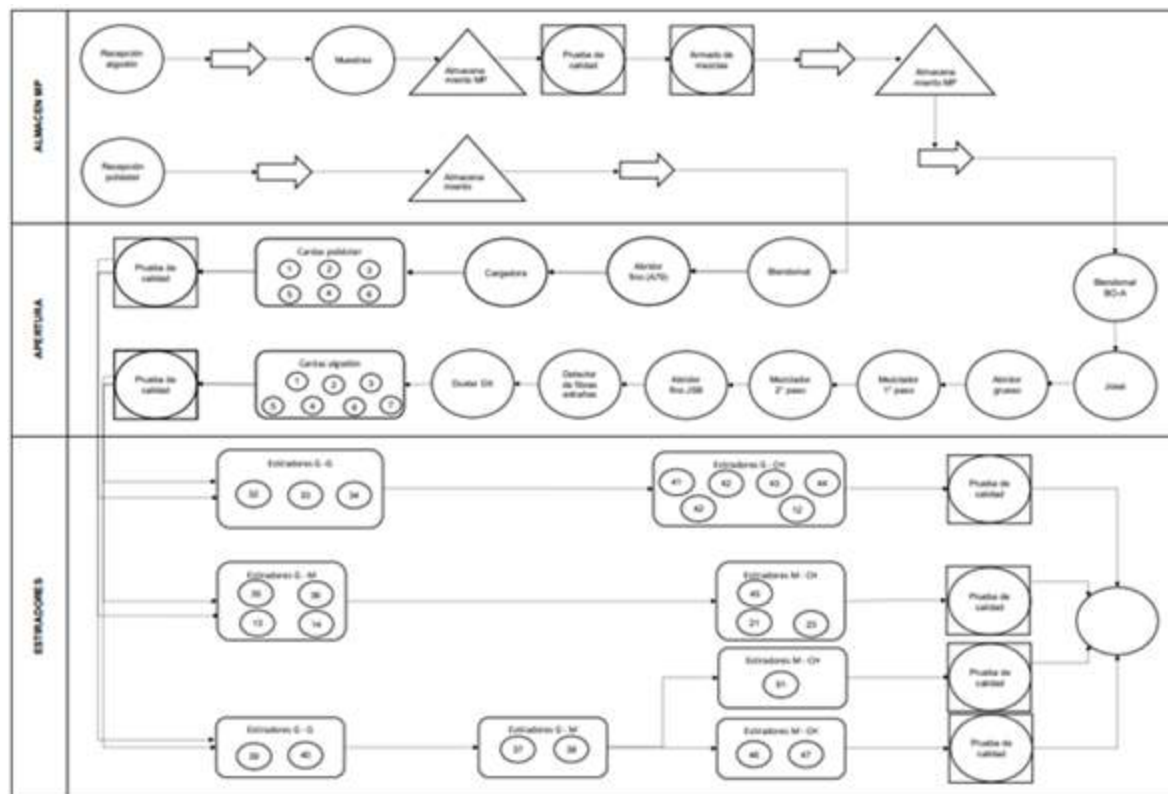


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso.

Fuente: Elaboración propia con información de la organización (2024).

El catálogo de maquinaria se elaboró con base en las anotaciones previamente recopiladas del formato de Activos, tabla 1. Este documento no solo funciona como un registro detallado de los equipos disponibles en la empresa, sino que también se convierte en una herramienta esencial para gestionar eficientemente la producción en el área de apertura. Para maximizar su utilidad, se incluyó información adicional sobre la capacidad nominal y los cuidados específicos de cada máquina.

Tabla 1. Catálogo de maquinaria

INFORMACIÓN GENERAL														INFORMACIÓN TÉCNICA			
CÓDIGO DE MAQUINARIA														CÓDIGO DE MAQUINARIA			
Nº	Descripción	Marca	Modelo	Capacidad	Consumo	Velocidad	Altura	Longitud	Anchura	Peso	Material	Observaciones	Imagen	Características	Observaciones	Imagen	Observaciones
1	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER
2	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER
3	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER
4	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER	MAQUINARIA PARA LA APERTURA DE ALGODÓN Y POLIÉSTER

Fuente: Elaboración propia con información de la organización (2024).

Asimismo, se desarrollaron catálogos complementarios de herramientas, refacciones, materiales e infraestructura relacionados con el proceso de apertura de algodón y poliéster, asegurando una referencia integral para la operación y mantenimiento de esta área clave.

Después de elaborar el catálogo de maquinaria, herramientas, infraestructura de algodón, infraestructura de poliéster, insumos, materiales y refacciones, en el área apertura de algodón y poliéster, se procede a realizar las fichas técnicas de cada uno de ellos, ejemplo de ello se visualiza en la tabla 2, para conocer de manera más detallada las características físicas y técnicas mediante una representación gráfica del equipo y a su vez la funcionalidad de cada uno, con la finalidad de detectar los modos de falla y poder determinar las posibles actividades para el mantenimiento autónomo y mantenimiento planificado.

Tabla 2. Ficha técnica Blendomat de poliéster

FICHA TÉCNICA		Código: MTD-CDM-CAT-62	
MANTENIMIENTO		Fecha: 08/03/2024	
		Versión: 003	
		Página: 1	
DATOS GENERALES			
FICHA TÉCNICA DE:			
Abridor grueso			
Marca:	18	Modelo:	BMG-APC-14
Nombre del equipo:	Abridor grueso	Nombre de serie:	180700007
Material:	Tratado	Material:	Apertura de algodón
Modelo:	18-300	Modelo:	200-1000
Material:	En algodón	Material:	2,00 x 1,50 x 2,50
Material:		Material:	Agosto
Capacidad nominal:	Producción máxima real 80 kg/h	Material:	8
Material:	Modelo grueso	Material:	
FUNCIÓN		PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO	
Elimina las impurezas y está enfocado en la apertura de fibras y la incorporación múltiple. Para su uso se debe utilizar el material grueso y el material adecuado en el punto de uso y las fibras de las.		 1. Desmontar los datos 2. Abrir el material en punto de uso 3. Abrir el material en punto de uso 4. Abrir el material en punto de uso 5. Abrir el material en punto de uso 6. Abrir el material en punto de uso 7. Abrir el material en punto de uso 8. Abrir el material en punto de uso	
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS			
Velocidad del cilindro principal: 1000 rpm. Potencia: 11 kW. Consumo promedio: 30 kWh. Velocidad de rotación: 11.45. Controlador: PLC (Controlador lógico programable) con pantalla táctil para la operación y monitoreo. Peso operativo: 200 - 1000 kg. Tamaño de los cilindros: 1. Diámetro: 250 - 400 mm. 2. Longitud: 2000 - 3000 mm.			
DONDE SE USA		CONSEJOS AMBIENTALES	
Apertura de algodón		La humedad relativa ideal suele estar entre 55% y 65%. Un ambiente demasiado seco puede generar acumulación de electricidad estática, mientras que un ambiente demasiado húmedo puede afectar la calidad de la fibra y la precisión del proceso.	
CUIDADOS REQUERIDOS			
1. Si los cilindros de los cilindros están desgastados, es importante reemplazarlos o reemplazarlos. 2. Es importante limpiar los superficies de trabajo, los cilindros y las áreas cercanas para evitar residuos o contaminación.			
ELABORADO:	REVISADO:	APROBADO:	
CARGO:	CARGO:	CARGO:	
FECHA:	FECHA:	FECHA:	

Fuente: Elaboración propia con información de la organización (2024).



La elaboración de estas fichas permitió contar con la información necesaria de la maquinaria, herramientas, infraestructura de algodón, infraestructura de poliéster, insumos, materiales y refacciones, en el área apertura de algodón y poliéster, desde especificaciones técnicas, físicas y la funcionalidad de cada equipo para informar de una manera estandarizada y fácil al personal operativo y mecánicos, permitiendo acceso rápido a la información y mejor entendimiento, ayudando a detectar fallas de manera eficaz y más eficiente.

Otro aspecto relevante que se consideró fue que, en el área de apertura de algodón y poliéster, se elaboró un AMEF (Análisis de Modo y Efecto de Fallo) como herramienta clave para identificar y gestionar los posibles riesgos y problemas que pueden surgir durante el procesamiento de estos materiales, tabla 3. Este análisis sistemático permite no solo anticipar fallos en el proceso, sino también establecer medidas preventivas y correctivas para minimizar el impacto en la producción. Además, se emplea un método analítico para examinar y prevenir contratiempos en la fabricación de la cinta, garantizando así la consistencia y calidad del producto final. Para llevar a cabo el AMEF, se reunió un equipo multidisciplinario que incluyó a representantes de diversas áreas como producción, mantenimiento, calidad, y control de inventario.



Tabla 3. AMEF

Descripción del proceso	Característica o secuencia de operación	Modo de Falla	Efecto de la Falla	Causa de la Falla	Acciones Actuales	Situación Actual				Acciones Recomendadas	Responsable
						O C U R	F	D	E	NPH	
Cargas de poliéster	Preparación de máquinas de la línea de producción	Parámetros incorrectos	Configuración incorrecta de las máquinas	Calidad del producto defectuosa	Mantenimiento correctivo.	7	6	4	168	Programa de mantenimiento preventivo.	Mecánico de preparación
			Condiciones ambientales extremas (temperatura)	Deformación de la MP poliéster	Inspeccionar y establecer los parámetros	7	4	5	140		
		Falta de insumos	Desgaste de piezas mecánicas	Paradas de producción	Mantenimiento correctivo	7	5	4	140	Programa de mantenimiento preventivo. Implementar sistemas (JIT)	Almacén de refacciones
			Retrasos de entrega del producto	Fallas en el proceso de compras	Revisión de inventarios	8	7	5	280		
			Lubricación insuficiente	fricción excesiva y sobrecalentamiento de partes móviles.	Parar máquina y lubricar	7	5	5	175		
		Fallas eléctricas	Sensores defectuosos	Señales incorrectas al sistema de control.	Inspeccionar	8	6	4	192	Desarrollar un programa de capacitación	RH
			Fluctuaciones de voltaje	Estabilidad y funcionamiento de los componentes eléctricos inadecuados	Inspeccionar el modo de fallo	7	4	5	140	Implementar un plan de gestión de continuidad del suministro eléctrico	Mantenimiento eléctrico
Cargas de poliéster	Solicitud de materia prima	Retraso en la solicitud de materia prima.	Paradas en la línea de producción	Falta de seguimiento del inventario.	Revisión semanal del inventario	8	6	5	240	Implementar sistema automatizado.	Gerente general
		Materia Prima defectuosa.	Atascamiento del material en la máquina	Falta de control de calidad.	Realizar procedimiento de inspección	9	4	5	180	Controles de calidad	
		Error en la cantidad o especificación de la materia prima solicitada.	Defectos en el producto final.	Falta de especificaciones claras en el pedido.	Revisión y aprobación manual	7	5	6	210	Implementar un sistema de gestión de inventarios automatizado.	
Cargas de poliéster	Recepción de materia prima	Fallo en la Recepción de la Materia Prima Solicitada	Materia prima defectuosa	Errores en documentación	Revisión de documentos	9	4	5	180	Programa de capacitación del personal de recepción	Almacén de materia prima
		Retrasos en la recepción	Interrupciones en producción	Problemas logísticos	Revisión de cronogramas	8	4	5	160	Establecer contratos con cláusulas de puntualidad	
Cargas de poliéster	Poner en marcha la línea de producción	Fallo en el Encendido de la Maquinaria	Interrupción en la producción	Mantenimiento insuficiente	Inspecciones visuales diarias	9	5	4	180	Implementar mantenimiento preventivo regular	Mecánico de producción
		Fallas mecánicas	Desgaste de piezas mecánicas	Mantenimiento insuficiente	Realizar reparaciones mecánicas	8	6	5	240	Realizar registro de mantenimiento.	
		Problemas eléctricos	Detención de la línea	Desgaste de componentes eléctricos por uso prolongado.	Realizar mantenimiento en desgaste	9	6	5	270	Capacitar al personal en identificación temprana de desgaste.	Mantenimiento eléctrico
		Limpeza inadecuada	Control inadecuado del nivel de suciedad	Contaminación del producto	Limpeza diaria	8	7	5	280	Establecer protocolos de limpieza y saneamiento.	Mantenimiento
Cargas de poliéster	Peinado y mezclado de poliéster	Problemas Eléctricos	Parada del proceso	Sobrecargas eléctricas	Realizar mantenimiento correctivo	7	6	5	210	Implementar mantenimiento preventivo regular.	Mantenimiento eléctrico
		Mezcla Inadecuada	Producto final no homogéneo.	Desgaste de componentes mezcladores	Parar máquina y ajustar repetición del proceso cuando se detecta mezcla inadecuada	7	6	6	252	Realizar mantenimiento y calibración regular de las máquinas mezcladoras.	Operador
		Configuración incorrecta de la máquina	Parada del proceso	Falta de inspección	Parar máquina y ajustar de la máquina	8	7	5	280	Capacitar al personal Monico.	RH

Fuente: Elaboración propia con información de la organización (2024).



Esta colaboración permitió una visión integral del proceso de producción de cinta de hilo de algodón y poliéster, desde la adquisición de las materias primas hasta la entrega del producto final. Con este enfoque, el equipo pudo analizar el proceso de forma completa y definir cada paso involucrado, lo que facilitó la identificación de donde podrían ocurrir fallos.

Como complemento a estas iniciativas, se desarrolló un catálogo de fallas para identificar y registrar detalladamente las fallas presentes en las máquinas de producción, así como sus causas y efectos. Este registro incluye maquinaria crítica en el proceso, tales como las cardas C70 y C60, el sistema Blendomat, la cargadora, el abridor fino y otros equipos específicos que son fundamentales en las áreas de apertura de algodón y poliéster.

Para compilar esta información, se llevó a cabo una colaboración con el mecánico de preparación y su equipo de trabajo, una cuadrilla experimentada en el manejo de esta maquinaria. Mediante entrevistas y observación directa, se logró documentar no solo 60 las fallas comunes de cada máquina, sino también los factores causantes y el impacto que generan en la producción. Este análisis incluye detalles como:

- Tipo de falla: Se registraron problemas recurrentes, tales como desgastes, atascos, mal funcionamiento de componentes, entre otros.
- Causas principales: Se identificaron las posibles causas de cada falla, ya sea debido al desgaste natural de los componentes, a la falta de lubricación, a ajustes deficientes o a condiciones de operación específicas.
- Efectos en el proceso: Se documentaron los efectos que cada falla genera en la línea de producción, desde interrupciones en la operación hasta posibles defectos en el producto final.



Una vez elaborado el catálogo de fallas y establecidos los Procedimientos Operativos Estandarizados (POE) para la apertura de algodón y poliéster, se ha definido un proceso claro y estructurado para garantizar el mantenimiento en condiciones óptimas de los equipos en esta fase crucial de la producción. Los POE especifican las actividades necesarias para mantener la maquinaria en su mejor estado, con un enfoque en limpieza, inspección y ajuste. Su implementación reduce al mínimo el riesgo de contaminación del material procesado y previene fallos mecánicos que puedan interrumpir el flujo de producción.

Cada equipo en el área de apertura sigue un cronograma riguroso de mantenimiento que incluye limpiezas periódicas para evitar la acumulación de polvo, fibras y otras partículas que puedan afectar el funcionamiento. Las inspecciones se realizan mediante listas de verificación detalladas para evaluar el estado de piezas clave como rodamientos, correas, sistemas de transporte y dispositivos de seguridad. Además, los ajustes preventivos se llevan a cabo para asegurar que las máquinas operen dentro de los parámetros óptimos, evitando desalineaciones y desgastes prematuros que podrían ocasionar paradas imprevistas. Estos POE también incorporan medidas de control y verificación, donde se registra el historial de mantenimiento de cada equipo. Esta documentación permite llevar un seguimiento preciso de limpieza, inspección y ajuste, facilitando la detección temprana de posibles problemas y permitiendo una gestión anticipada.

El enfoque estructurado y estandarizado de los POE asegura que el personal encargado de la apertura de algodón y poliéster siga un conjunto de procedimientos consistentes y eficaces, promoviendo así la disponibilidad de los equipos y la calidad del material procesado en esta fase inicial de producción.

Gracias a la documentación clara y concisa de los POE, cada paso es fácil de seguir y comprender, lo que facilita el mantenimiento constante del equipo. Además, con capacitaciones regulares y seguimiento a los operadores, el personal conoce exactamente cómo y cuándo aplicar estos procedimientos, lo que asegura la continuidad y el buen desempeño de la maquinaria en la apertura de algodón y poliéster.

La creación del plan general de mantenimiento se basa en los Procedimientos Operativos Estandarizados (POE), los cuales fueron fundamentales para definir los procedimientos clave y, a partir de ello, determinar las actividades específicas que integran el programa, tabla 4.



Tabla 4. Plan general de mantenimiento autónomo apertura de algodón y poliéster

CALENDARIO DE ACTIVIDADES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			Área: Algodón y poliéster Equipo: MTQ-PNO-21 Fecha de emisión: 05/11/2024 Versión: 01																																		
Item		Actividades	Ejercicio																																		
			10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Mantenimiento de partes	1.	Limpiar regularmente las componentes eléctricas.																																			
	1.	Limpiar tornillos y verificar cableado.																																			
	1.	Mantener adecuación del material.																																			
Cargador a de 24-450W	1.	Limpiar tornillos del motor.																																			
Mantenimiento de partes	4.	Desbloquear los alimentadores.																																			
	5.	Ajustar la cantidad de material.																																			
Carga de material (21)	4.	Limpiar conductos regularmente y revisar el sistema de succión y filtros.																																			
	4.	Revisar la tensión y alineación de la cinta, ajustar los rodillos de tensión.																																			
	4.	Limpiar o reemplazar ventiladores, asegurar la ventilación del sistema.																																			
	4.	Revisar la configuración del panel de control, verificar los parámetros de operación.																																			
Carga de material (22)	3.	Inspeccionar y limpiar el sistema.																																			
	3.	Controlar la cantidad de material alimentado.																																			
	3.	Capacitación del personal y subida de ajustes.																																			
	3.	Realizar un plan de mantenimiento y limpieza.																																			
Carga de material (23)	4.	Limpiar conductos regularmente y revisar el sistema de succión y filtros.																																			
	4.	Revisar la tensión y alineación de la cinta, ajustar los rodillos de tensión.																																			
	4.	Limpiar o reemplazar ventiladores, asegurar la ventilación del sistema.																																			
	4.	Revisar la configuración del panel de control, verificar los parámetros de operación.																																			

Fuente: Elaboración propia con información de la organización (2024).

El programa de mantenimiento general en el área de apertura de algodón y poliéster está implementado para optimizar la disponibilidad de los equipos. Este programa detalla las actividades de mantenimiento necesarias, especificando la frecuencia y los días exactos en que deben realizarse cada una.



5. Conclusiones

La implementación de la metodología de Mantenimiento Autónomo (TPM) en la empresa, enfrentó varios desafíos, destacando la ausencia de un plan de mantenimiento estructurado y la dependencia exclusiva del mantenimiento correctivo. También uno de los retos más significativos que enfrentamos fue garantizar la atención y el compromiso del equipo operativo. Gracias a una estrecha conexión y una comunicación fluida, se alcanzaron resultados muy satisfactorios, generando un valioso

beneficio para todos los involucrados. Se llevó a cabo un análisis de las especificaciones técnicas para la creación de fichas que facilitan la estandarización de los equipos. Utilizando el AMEF, se identificaron los modos de falla más frecuentes y se determinó el tipo de mantenimiento necesario para cada caso. La herramienta POE fue fundamental en este proceso, proporcionando a los operadores una formación integral que impactó positivamente en la mejora de la disponibilidad de los equipos.

Aunque el proyecto no se completó, se alcanzó el objetivo de mejorar la eficiencia y la continuidad operativa, lo que sugiere que la implementación de TPM puede tener un impacto positivo en la productividad y la eficiencia de las empresas industriales. Se recomienda que futuras investigaciones exploren la implementación de TPM en diferentes contextos y sectores para evaluar su efectividad y sostenibilidad a largo plazo. Por otro lado, las experiencias de los estudiantes realmente tuvieron un impacto significativo pues se reforzaron ciertas habilidades en el entorno laboral.



6. Referencias

- o Castro Pichucho, A. I. (2012). Estudio de la posibilidad de implementación del mantenimiento productivo total (TPM) para el manejo eficiente de la fábrica de helados de Bayamo. Ingeniería Electromecánica. Universidad de Granma. Cuba. 70 p. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/1832>
- o CEMEX. (2021). CEMEX y la industria 4.0. CEMEX Reporte Anual
- o Hernández, M. (2019). Aplicación de Mantenimiento Autónomo en la Industria del Cemento. Revista de Ingeniería Industrial, México.
- o De la Vega, J. A., & Morales, C. (2018). Mantenimiento planificado: Una herramienta para la mejora continua en la industria. Revista de Ingeniería y Tecnología, 5(2), 45-60. <https://doi.org/10.1234/rengtec.v5n2.456>
- o Grupo GTex. (2022). Optimización de procesos a través de Procedimientos Operativos.
- o Hernández, M. (2019). Aplicación de Mantenimiento Autónomo en la Industria del Cemento. Revista de Ingeniería Industrial, México.
- o Sánchez, I. M. (2009). Diseño de un modelo para aplicar el mantenimiento productivo total a los sectores de bienes y servicios.
- o Suzuki, T. (2017). TPM en industrias de proceso. Editorial Routledge.
- o Piñeros, C (2019) Informe de prácticas empresariales en grupo antolín, Mexico. Informe de práctica, Universidad Santo Tomás
- o Teodosio, C. (2023). Mantenimiento planificado: excelencia en la gestión de equipos. Kaizen.com; Kaizen Institute Consulting Group. <https://kaizen.com/es/insights-es/mantenimiento-planificado/>



Evaluación del contexto de PyMES para encaminar a su Formalización

Brindis, Zamudio-Ana Guadalupe¹, Aguilar, Badillo-Alberto², Mendieta, Reyes-Jesús Fidel³

1. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270035@smartin.tecnm.mx
2. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270136@smartin.tecnm.mx
3. División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx

Resumen: La investigación tiene como importancia diseñar, impulsar y formalizar Pymes de costura por tal motivo el propósito es el de utilizar las herramientas para abordar los desafíos de baja eficiencia operativa, falta de formalización legal y una cartera limitada de clientes, se analiza la relación de los conceptos de plan de negocio, formalización del negocios que aborda el cumplimiento de regulaciones y la implementación de prácticas sostenibles para reducir el impacto ambiental y las necesidades de estrategia en las Pymes de costura. Se realizó una investigación donde la información es de carácter cualitativo a través de fuentes de estudios teóricos como empíricos, que ayude a impulsar a las pequeñas organizaciones.

Palabras clave: Diseño, Formalización, Herramientas, Plan de negocio, Pymes.

Abstract: The research has the importance of designing, promoting and formalizing small businesses, for this reason the purpose is to use the tools to address the challenges of low operational efficiency, lack of legal formalization and a limited client portfolio, the relationship of the concepts of business plan, business formalization that addresses compliance with regulations and the implementation of sustainable practices to reduce environmental impact and strategy needs in SMEs is analyzed. A research was carried out where the information is qualitative through sources of theoretical and empirical studies, which helps to promote small organizations.

Keywords: Design, Formalization, Tools, Business plan, SMEs.



1. Introducción

La evaluación del contexto de costura de las PYMES para la formalización revela importantes beneficios y desafíos asociados con la transición de las operaciones informales a las formales. La formalización puede aumentar la confianza en el liderazgo, mejorar la retención de empleados y aumentar el desempeño general de la empresa.

El impulso de la formalización es clave para que las Pymes puedan mejorar su competitividad, acceder a nuevos mercados y protegerse ante riesgos operativos y legales. A través de un plan de negocios estructurado, estas Pymes pueden identificar sus fortalezas y debilidades, desarrollar estrategias para el crecimiento y fortalecer su posicionamiento en el mercado.

Este trabajo orienta sobre fases de evaluación de contexto para la formalización de las PyMES, analizando sus necesidades específicas y proponiendo soluciones que les permitan avanzar hacia una mayor competitividad, sostenibilidad y contribución al desarrollo económico local.

2. Delimitación contextual

En la actualidad, el estudio de las Pymes ha despertado un creciente interés por parte de observatorios e instituciones de educación superior en Europa, América del Norte y América Latina, debido a que representan una porción significativa de las entidades económicas y son grandes generadoras de empleo.

A nivel mundial, las Pymes constituyen más del 95% de las empresas; sin embargo, su relevancia se ve contrarrestada por una alta tasa de mortalidad, ya que muchas veces no disponen de suficiente capital o carecen de una adecuada gestión de costos, políticas y directrices. En México, por ejemplo, alrededor del 70% de los negocios que se inician no sobreviven más allá de su tercer año de operación (López Mejía, M. R., Gómez Martínez, A., & Sánchez Meléndez, M. D. 2020).

Suele suceder que las Pymes no realizan un estudio de mercado o no cuentan con las herramientas para desarrollar y tener una sostenibilidad firme. Según González y Peña (2021) nos dice que un plan de negocio permite al emprendedor o empresario definir de manera clara la dirección de su empresa, identificar los recursos necesarios, y evaluar su viabilidad en el mercado.



Por otra parte, Gómez y Silva (2020) nos dice que realizar un diseño nos ayuda a analizar e identificar los posibles riesgos, a evaluar la viabilidad económica del proyecto. Cabe mencionar que es indispensable diseñar un plan de negocios para todas aquellas PyMES que buscan competir en el mercado donde sus servicios resalten ante las demás competencias.

En relación con la formalización de un negocio, los aspectos legales de las Pymes son todos aquellos tramites, procesos y documentos de orden legal, que son indispensables para competir en el mercado sin impedimentos. Es fundamental evitar problemas jurídicos ya que esto protege a la empresa, propietario, empleados y clientes, el cumplir con todas estas normas ayuda a no tener sanciones, multas e incluso la suspensión del negocio.

3. Metodología

El método de investigación se realizó de manera empírica, esto permite interpretar y comprender los conceptos que se mencionan anteriormente de manera clara. Se utilizó la herramienta de Google Academic, para la recopilación de fuentes información, referencias que se citan en este trabajo de investigación y libros en línea.

Se consultan de manera general los conceptos: diseño, plan de negocio, la formalización legal y Pyme, juntos y separados, con el fin de aclarar los distintos puntos de vista. La metodología propuesta está diseñada para guiar el proceso del plan de negocios, la importancia de la formalización de cada Pyme e identificar las necesidades con las de herramientas que se encuentran disponibles.

4. Desarrollo

La formalización de las PyMES es un paso clave para su crecimiento y sostenibilidad, ya que les permite acceder a mejores oportunidades de financiamiento, ampliar su mercado y mejorar su competitividad.

Fase diagnóstica. Se elabora un diagnóstico inicial de la situación actual con el objetivo de identificar sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA), para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de las pymes.

El análisis externo y el interno (FODA) tiene una enorme importancia porque identifica las ideas y da conclusiones sobre el estudio, se emplea esta herramienta para visualizar de manera esquemática las debilidades y fortalezas que las pymes disponen a nivel interno y las amenazas y oportunidades que impone el mercado exterior.



Tabla 1. Análisis FODA

	FACTORES INTERNOS		FACTORES EXTERNOS	
	FORTALEZAS		DEBILIDADES	
	Capacidad productiva: Operadores con alta capacidad y conocimiento en producción.		Dependencia de pocos clientes: Gran parte de los ingresos depende de contrato con el cliente principal.	
	Adaptabilidad: Habilidad para ajustarse a nuevas demandas, como la producción de cubrebocas durante la		Gestión administrativa limitada: Necesidad de procesos más formalizados en el área de finanzas.	
	Ubicación estratégica: Operaciones en un municipio con costos operativos más bajos.		Promoción débil: Escasa presencia en canales digitales y redes sociales para captar nuevos clientes.	
OPORTUNIDADES			ESTRATEGIA FO: MAXI-MAXI	
Expansión de clientes: Potencial para captar marcas y nuevos clientes interesados en producción.			Utilizar la calidad y adaptabilidad del taller para atraer nuevos clientes interesados en sus productos.	
Convenios con proveedores: Ampliación de la red de socios estratégicos para mejorar costos y variedad de materias primas o reducción de pedidos debido a crisis.			Expandir el mercado con nuevos clientes que refuercen las relaciones comerciales actuales.	
Tendencia hacia la sostenibilidad: Produciendo con poco desperdicio.				
AMENAZAS			ESTRATEGIA FA: MAXI-MINI	
Competencia creciente: Talleres locales que también ofrecen servicios de confección con calidad y precios.			Diversificar la base de clientes actuales para reducir el riesgo de dependencia.	
Volatilidad económica: Fluctuaciones en los precios de materias primas o reducción de pedidos debido a crisis.			Usar la maquinaria avanzada y el cumplimiento en tiempos como ventaja competitiva frente a talleres similares.	
Dependencia de intermediarios: Vulnerabilidad ante cambios o conflictos en la relación con el socio logístico.			Crear planes de contingencia para mitigar riesgos económicos y de mercado.	
			Capacitar al personal para responder a cambios en la demanda del mercado.	

Fuente: Elaboración propia

Fase de planificación. Se elabora una hoja de ruta para la formalización por medio de la elaboración de un modelo de negocio CANVAS que estructurará los elementos clave del negocio, complementado con estrategias de mercadotecnia y un análisis financiero detallado. El modelo Canvas es una herramienta útil para la gestión estratégica que permite diseñar un modelo de negocios, para trabajar con esta herramienta, se conoce y se entiende todos los factores de esta gestión para facilitar la visión de las PYMES.

Tabla 2. Modelo Canvas desarrollado

FORMATO DE MODELO DE NEGOCIO CANVAS				
Problema Enfrenta dificultades para encontrar proveedores que ofrezcan precios competitivos en volúmenes menores, al ser una micro empresa aún no cuenta con una planificación de sus gastos ni una estimación asertiva en pago de salarios para crecer paulatinamente.	Solución Crear un plan de negocios que se adapte a las necesidades del taller buscando crecimiento y expansión. Métricas clave - Maquinaria Especializada: Maquinaria moderna para la confección. - Mano de Obra Calificada: Equipo de costureros/as y operadores con vasta experiencia en la industria textil.	Propuesta de valor Se entrega a los clientes calidad garantizada y prendas con altos estándares que cumplen con las especificaciones de los clientes. Además flexibilidad productiva y adaptación a las necesidades del cliente en términos de diseño, volúmenes y tiempos de entrega con precios competitivo, optimizando los costos sin comprometer la calidad.	Ventaja especial El Taller de Costura Roldán destaca por su enfoque integral en la planificación estratégica que garantiza no solo su operación eficiente, sino también su crecimiento a largo plazo. El taller puede adaptarse rápidamente a pedidos diferentes y complejos. Canales - Intermediarios: Gestión de logística que conecta con marcas y almacenes. - Marketing Digital: Promoción de servicios a través de redes sociales y plataformas digitales para atraer nuevos clientes.	Segmentos de Clientes - Clientes Corporativos: Grandes cadenas de tiendas y marcas como Coppel, Liverpool, Cuidado con el perro. - Clientes Emergentes: Diseñadores independientes que necesitan producción en pequeña escala.
Estructura de Costos Materiales: Compra de hilos y otros insumos esenciales. Mano de obra: Salarios y prestaciones de los trabajadores del taller. Mantenimiento de maquinaria: Reparación y actualización del equipo de confección. Energía y Servicios: Consumo de electricidad y otros servicios básicos necesarios para operar el taller.			Estructura de Ingresos Ingresos por producción de temporada Ingresos por producción por pedido	

Fuente: Elaboración propia



El formato visual que sugerimos para desarrollar un Modelo de Negocio se presenta como una caja dividida en nueve secciones o casilleros. Esta estructura permite observar de manera clara y secuencial cómo una empresa genera ingresos, cubriendo todas las áreas clave de un negocio. Cada sección se centra en aspectos fundamentales como el cliente, la propuesta de valor, los canales de distribución, las actividades clave, los recursos esenciales, los socios o alianzas estratégicas, la estructura de costos y las fuentes de ingresos.

La principal ventaja de este modelo es que facilita el análisis y la comunicación de la estrategia de manera colaborativa, permitiendo ajustar y mejorar cada parte del plan. Además, proporciona una visión clara de cómo interactúan los diferentes elementos y ayuda a identificar posibles conexiones ocultas o ausentes entre ellos.

El concepto de propuesta de valor tiene un rol importante. Por medio de esta propuesta de valor se puede medir la efectividad del modelo de negocio. La propuesta de valor por el cliente debe de superar el total de los costos asociados a cada uno de los componentes individuales (materia prima, producción, ensamble, etc..). disponer de un valor no se limita al cliente si no tambien beneficia a otros factores clave dentro del negocio.

Fase búsqueda financiamiento. De acuerdo con los programas gubernamentales que se dirigen a incrementar la productividad laboral por medio de la asistencia técnica, metodológica y de orientación hacia las micro, pequeñas y medianas empresas, se muestra la siguiente figura, donde muestra los Programas de financiamiento, asesoría, apoyo y certificación para la Productividad Laboral, para la formalización legal:

Tabla 3. Programas del gobierno para las PyMES

Programas de financiamiento, asesoría, apoyo y certificación para la Productividad Laboral	Programas de financiamiento	Programas de Crédito PyME y Capacitación de NAFIN	Asesoría y capacitación gratuitas para obtener financiamiento
		Fondo Nacional del Emprendedor del INADEM	Incremento de la calidad Posicionamiento en el mercado Acceso a financiamiento Blog del Emprendedor
	Programas de asesoría	Red de Apoyo al Emprendedor del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM)	Programas orientados a la equidad de género Descuentos y ofertas exclusivas Directorio Nacional de Incubadoras y Aceleradoras del INADEM
			Estímulos a la certificación de competencias laborales.
	Programas de certificación	Programa de Apoyo para la Productividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)	Curso de productividad y empleabilidad. Asistencia técnico-legal en materia de productividad. Capacitación específica por competencias.
		Registro Nacional de Cursos de Capacitación Basados en Estándares de Competencia del Consejo de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) de la Secretaría de Educación Pública	Documentos que respaldan las competencias Capacitación con base en Estándares de Competencia, Catálogo de Programas Federales del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED)

Fuente: STPS (2020)



La propuesta de diseño de plan de negocio para las pymes debe de permanecer en crecimiento y continuar siendo competitivas a largo plazo después de la formalización.

5. Conclusiones

En conclusión, la formalización de PyMES potencia su crecimiento y sostenibilidad, además de acceso a fuentes de financiamiento y protegerse legalmente, lo cual significa una disminución del riesgo de desaparecer. Evaluar el contexto permite estructurar de forma contundente un Plan de Negocio, el uso de herramientas como FODA y CANVAS permiten identificar riesgos y áreas de oportunidad, lo cual permite desarrollar estrategias efectivas para el mercado.

Si una PyMES logra consolidarse a través de la formalización, esta contribuye de forma directa al desarrollo económico local, generando empleo, es importante destacar que los resultados son visibles a largo plazo, por lo cual la formalización debe ser una estrategia para el éxito y sostenibilidad de las PyMES.

6. Referencias

- o Ali, M. K. A., & Xianjun, H. (2015). Improving the tribological behavior of internal combustion engines via the addition of nanoparticles to engine oils. *Nanotechnology Reviews*, 4(4), 347–358.
- o Ávila, A. (2022, julio 16). Business Model Canvas: así se elabora un modelo de negocio en 9 pasos y menos de 30 minutos. *Business Insider España*. <https://www.businessinsider.es/business-model-canvas-elabora-modelo-negocio-1052933>
- o Baltodano-García, G., & Cordero, O. L. (2020). La productividad laboral: Una mirada a las necesidades de las Pymes en México. *Revista Ciencia Jurídica y Política*, 6(11), 15-30.
- o Francis, R., Joy, N., Aparna, E. P., & Vijayan, R. (2014). Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: A review. *Polymer Reviews*, 54(2), 268–347.
- o Gómez Fontana, A. M. (2020). Diseño del plan de negocio de una PYME dedicada a la producción de bicicletas (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- o Gómez, M., & Silva, J. (2020). Elaboración de planes de negocio: guía para emprendedores. Editorial Universitaria.



- o González, P., & Sánchez, R. (2021). La capacitación como herramienta para mejorar la atención al cliente en empresas de servicios. *Revista de Innovación y Gestión Empresarial*, 30(2), 78-91. <https://doi.org/10.1234/rige.2021.30278>
- o Herrera, D. C. F. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos. *Cooperativismo & desarrollo*, 23(107).
- o López Mejía, M. R., Gómez Martínez, A., & Sánchez Meléndez, M. D. (2020). GESTIÓN DE LAS PYME EN MÉXICO. ANTE LOS NUEVOS ESCENARIOS DE NEGOCIOS Y LA TEORÍA DE LA AGENCIA. *Estudios de administración*, 27(1).
- o Massarotti, V., Capsoni, D., Bini, M., Altomare, A., & Molitemi, A. G. (2008). X-ray powder diffraction ab initio structure solution of materials from solid state synthesis: The copper oxide case. *Zeitschrift fur Kristallographie - New Crystal Structures*, 213(5), 259–265. <https://www.degruyter.com/view/journals/zkri/213/5/article-p259.xml>
- o Sonderegger, P. (2020). Cómo utilizar el Business Model Canvas (Lienzo de Modelo de Negocio) para reducir el riesgo. *Revista abierta de informática Aplicada*, 4, 7-16.
- o Vega, T., & Guerrero, L. (2020). Plan de negocios y plan de marketing en las micro, pequeñas y medianas empresas: análisis bibliométrico. *Revista espacios*, 41(45), 247-260.



Evaluación del Departamento de Recursos Humanos en una empresa de servicio de distribución de combustible con la técnica 360 grados

Osuna, Armenta-Marcos Octavio¹, González, Barraza-Graciela Berenice², Castro, Cota-Andrea Lizeth², Valdez, Cruz-Anna Yesenia², García, Gutiérrez-José Luis²

1. Departamento de Ciencias Industriales/Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Guasave/Tecnológico Nacional de México, marcos.oa@guasave.tecnm.mx
2. Estudiante del programa de Ingeniería en Gestión Empresarial, Instituto Tecnológico Superior de Guasave/Tecnológico Nacional de México, l1825010114@guasave.tecnm.mx

Resumen: El artículo evalúa la planeación estratégica y su impacto en la atención al cliente interno en una empresa de distribución de combustible en Guasave, México. Utilizando la técnica de evaluación 360°, se analizó el desempeño, competencias y satisfacción de los colaboradores, involucrando evaluaciones de colegas, supervisores y autoevaluaciones. Los resultados, con un puntaje promedio de 77.76 sobre 100, destacan áreas de mejora en capacitación, seguridad y liderazgo, y subrayan la necesidad de estrategias empresariales para optimizar la satisfacción y productividad interna. Este análisis busca fortalecer la cultura organizacional y el compromiso de los empleados para lograr sostenibilidad y éxito.

Palabras clave: evaluación 360 grados, desempeño organizacional, planeación estratégica, recursos humanos

Abstract: The article evaluates strategic planning and its impact on internal customer service in a fuel distribution company in Guasave, Mexico. Using the 360° evaluation technique, the performance, competencies, and satisfaction of employees were analyzed through assessments from colleagues, supervisors, and self-evaluations. The results, with an average score of 77.76 out of 100, highlight areas for improvement in training, safety, and leadership, emphasizing the need for business strategies to enhance internal satisfaction and productivity. This analysis aims to strengthen organizational culture and employee commitment to achieve sustainability and success.

Keywords: 360-degree evaluation, organizational performance, strategic planning, human resources



1. Introducción

En un entorno empresarial cada vez más competitivo, el éxito y la sostenibilidad de las organizaciones dependen en gran medida de su capacidad para gestionar estratégicamente a sus recursos humanos, quienes representan su fuerza interna más valiosa. De acuerdo con Yáñez et al. (2018) los recursos humanos abarcan los conocimientos, habilidades, conductas y actitudes que poseen las personas dentro de una organización. Su papel es fundamental, ya que se encargan de gestionar y transformar otros recursos, que pueden ser financieros, tecnológicos o de información. A medida que los mercados en los que operan se vuelven más complejos, es esencial que los colaboradores adquieran nuevas competencias y conocimientos para mantener su productividad laboral y seguir contribuyendo a la ventaja competitiva de la empresa. Los elementos clave que influyen en el éxito o fracaso de una organización están directamente relacionados con la capacidad de satisfacer las necesidades de los empleados y la empresa en términos de productividad.

La planeación estratégica es una técnica utilizada en la gestión de organizaciones, que busca definir objetivos claros y establecer un plan de acción para alcanzarlos. Se ha posicionado como una herramienta para la gestión operativa, permitiendo a las empresas adaptarse al cambio, liderar con innovación y alcanzar objetivos de manera efectiva y eficiente. A pesar de su importancia, muchas empresas carecen de un enfoque integral que vincule la planeación estratégica con la gestión del talento humano, lo que genera un ambiente laboral subóptimo y limita su capacidad de alcanzar los objetivos organizacionales.

La planificación estratégica se fundamenta en los principios filosóficos que le confieren su identidad, determinando la misión y visión. Después, se realiza un análisis integral del entorno externo para identificar oportunidades y amenazas. Simultáneamente, examina el entorno interno para reconocer las fortalezas como las debilidades. Posteriormente se lleva a cabo un cruce de cuadrantes en donde se diseñan las estrategias para alcanzar los objetivos definidos (Hernández, 2018).

El estudio de los aspectos internos y externos, permite que las instituciones diseñen y gestionen estrategias, con el fin de impulsar el alcance de los objetivos definidos por la organización. La misión y visión de las empresas son declaraciones que establecen su quehacer diario, la razón de ser y hacia donde dirigirán sus esfuerzos, determinando las acciones que cada colaborador tendrá que hacer, para contribuir a su alcance, como lo menciona Altair (2017), es importante no dejar al azar la vida de un negocio, ya que tiene un impacto directo en su bienestar futuro, por lo que este estudio analiza la aplicación de la evaluación 360°, una herramienta que proporciona una visión integral del desempeño y competencias de los colaboradores, para implementar mejoras que fortalezcan la cultura organizacional y eleven la productividad.



El proceso de diseño de una estrategia empresarial comienza definiendo su propósito fundamental, representado por la misión, y estableciendo la visión, que marca el objetivo futuro hacia el cual se orientarán los esfuerzos de la organización. También implica definir los valores institucionales que servirán como guía para las acciones y comportamientos tanto dentro como fuera de la empresa. Posteriormente, se determinan los objetivos estratégicos a largo plazo, concluyendo con la identificación y selección de estrategias específicas. Estas, al ser implementadas, fortalecen la competitividad de la organización y la encaminan hacia el cumplimiento de su visión (Ipinza, 2008).

Se puede determinar que cualquier empresa parte de instituir su razón de ser y de fijar una expectativa sobre el alcance que quiere tener en el futuro, establece valores para crear un clima laboral agradable, en el que los colaboradores se desempeñen de la mejor manera para llevar a la empresa al éxito. En este sentido, es importante que desarrollen una cultura enfocada al servicio del cliente interno, lo que incluye la comunicación efectiva, el respeto, el trabajo en equipo y el reconocimiento del desempeño individual. Asimismo, es fundamental que se definan las funciones y los deberes de cada puesto, se establezcan indicadores de desempeño y se realice un seguimiento constante de los resultados.

La planificación estratégica guía el crecimiento de la organización al establecer acciones para enfrentar su entorno circundante. Por lo tanto, es crucial emplear este enfoque de planificación para tomar decisiones informadas sobre el uso eficiente de recursos y capacidades, con la finalidad de alcanzar objetivos que consoliden su posición empresarial. (Hernández, 2018).

Una organización exitosa se enfoca en maximizar la eficiencia, mientras mantiene un equilibrio entre las necesidades de los empleados, los clientes y los accionistas, sin embargo, el medio cambiante en el que se desarrollan puede provocar que no se alcancen las metas. En este sentido Sumba et al. (2020), mencionan que suelen basar su funcionamiento en decisiones y proyectos específicos, a través de los cuales van delineando una trayectoria a largo plazo que engloba períodos de estabilidad y cambio. En el análisis interno de estas empresas, surge como un tema crucial la falta de una planificación estratégica integral. Muchas compañías se enfocan en proyectos que están alineados con pequeños objetivos, que a su vez forman parte de otros proyectos, pero no mantienen una línea estratégica pensada y ejecutada con miras a los objetivos organizacionales. Es aquí, donde la planeación estratégica, con sus componentes, permite diseñar esa trazabilidad necesaria para cumplir con objetivos a largo plazo.



Según el libro *Emprendedores-Es* (2017), los clientes internos de una empresa son aquellos que forman parte de la propia organización y están unidos a ella mediante relaciones laborales, en las cuales la empresa debe esforzarse por fortalecer ciertos principios entre sus empleados, como la estimulación para alcanzar resultados, el trabajo con calidad y ética y crear una identidad que los haga partícipes de su desarrollo y logros.

La atención que las empresas brindan al cliente interno no solo busca que los empleados se sientan valorados y cómodos en su labor, sino que también considera los beneficios que aporta un equipo satisfecho. Empleados felices tienden a ser más productivos, eficientes, comprometidos y responsables en su trabajo. Esto se traduce en clientes externos satisfechos con el servicio recibido. En contraste, empleados desmotivados o insatisfechos pueden ofrecer un servicio deficiente, lo que podría resultar en la pérdida de clientes y una disminución en las ventas del producto o servicio ofrecido. Por ello, la correcta gestión de los recursos humanos es importante.

2. Desarrollo

La herramienta 360 grados es una técnica de evaluación del desempeño que involucra a múltiples partes interesadas, incluyendo al empleado, sus colegas y supervisores, en un proceso de autoevaluación y coevaluación, por ello se implementó como herramienta para evaluar el rendimiento laboral de los empleados. Principio del formulario

Al involucrar a múltiples partes interesadas, puede proporcionar una visión más integral e imparcial del desempeño de un empleado, en total se consideraron 9 de los 20 trabajadores con los que cuenta la organización, representando un 45% que incluyen gerentes, administradores y operativos. Como menciona Zúñiga (2006) citado por Elizondo et al (2012) la evaluación 360° se presenta como una herramienta imparcial que facilita la alineación de los objetivos organizacionales con los individuales, permitiendo obtener retroalimentación abierta y libre de sesgos por parte de los evaluadores, centrada en comportamientos o situaciones observables.

En el mismo sentido con Rodríguez-Partidas (2017) considera al instrumento como un excelente medio para detectar problemas de supervisión, administración, la integración de las personas a la organización, el acoplamiento del personal al puesto, la ubicación de posibles disonancias o decadencia de entrenamiento para la construcción de competencias y, por consiguiente, sirve para establecer los medios y los programas que permitirán mejorar continuamente el desempeño humano.



Por lo tanto, proporciona una visión completa del rendimiento del recurso evaluado, identificando áreas que requieren acciones para mejorar su desempeño. Además de evaluar el rendimiento personal, la evaluación 360°, también conocida como evaluación integral, se emplea cada vez más para medir competencias o conductas y diseñar programas de desarrollo. Al aplicarla, es importante asegurarse de que se realice de forma anónima y segura, y pugnar para que los resultados se utilicen para fomentar un ambiente de trabajo saludable y productivo.

De acuerdo con Pereira et al. (2008) las investigaciones realizadas permiten determinar que la técnica de evaluación de 360° ha sido una estrategia utilizada en diversos contextos laborales, teniendo gran auge en los espacios clínicos, donde como lo ilustra la investigación realizada por Violato, Lockier y Fidler (2003), se evaluaron 201 cirujanos de la clínica de Alberta, Canadá con el ánimo de generar nuevos métodos para asesorar el desempeño de un gran rango de competencias, observándose que la evaluación de múltiples fuentes, que utiliza datos de los pacientes, colegas médicos y de compañeros, está ganando aceptación y credibilidad al mismo tiempo que provee especial atención a aquellos médicos que están mejorando su calidad como estrategia para mantener la certificación y las competencias, estas últimas enfatizadas en comunicación, colaboración, manejo de estrés, profesionalismo y habilidad de estar constantemente mejorando y aprendiendo. Es así como los datos de esta investigación señalan que la evaluación de 360° es confiable, válida y es fiable para la valoración de las competencias.



2.1 Metodología

El presente estudio sigue un enfoque mixto-descriptivo, la parte cualitativa evalúa y describe las competencias, el desempeño y la satisfacción laboral de los colaboradores mediante la implementación de la herramienta de evaluación 360°. Este enfoque permite una visión integral del recurso humano, alineada con los objetivos estratégicos de la organización. Posteriormente se cuantifican los datos, para evaluar indicadores de conductas y competencias con mayores y menores pesos. La población del estudio consistió en 20 empleados de la organización, incluyendo gerentes, administradores y personal operativo. Se seleccionó una muestra representativa de 9 colaboradores (45% del total) mediante un muestreo dirigido, con el fin de garantizar la diversidad de perspectivas en la evaluación. La implementación de la evaluación 360° se llevó a cabo en tres etapas: (1) Autoevaluación de los colaboradores para identificar su nivel de conocimiento y compromiso; (2) Evaluación por parte de pares, supervisores y subordinados, realizada mediante encuestas anónimas con escala Likert de 1 a 5; (3) Análisis de los datos recopilados y cálculo de promedios por área de desempeño, con especial atención a indicadores clave como liderazgo, comunicación y productividad. El instrumento utilizado fue un cuestionario estructurado basado en la metodología de evaluación 360° ver figura 1 cuestionario de herramienta 360°, compuesto por 10 indicadores clave de desempeño. Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, calculando promedios y porcentajes para identificar áreas de fortaleza y oportunidades de mejora. Para asegurar la confiabilidad de los datos, las encuestas se aplicaron de manera anónima y en un entorno de confianza. Además, el instrumento fue validado mediante una prueba piloto para garantizar su claridad y relevancia. El estudio inicia con una revisión teórica de la planeación estratégica y la evaluación 360°, como una herramienta para el análisis del área de recursos humanos, seguido por el análisis de resultados basado en su aplicación, finalmente se presentan recomendaciones estratégicas para potenciar la satisfacción y el compromiso laboral.

Como primer paso se realizó una autoevaluación por cada uno de los colaboradores, con el objeto de que determinen su nivel de conocimiento, competencias y compromiso, que posteriormente será contrastado con las evaluaciones pares y de superiores.

Como segundo paso y con la finalidad de analizar de forma integral el desempeño y los comportamientos de una forma más objetiva, se respondieron las encuestas evaluando a un compañero par, a un compañero subordinado y con una jerarquía más alta, calculando un promedio de las calificaciones del sujeto evaluado, otorgándole un valor a las preguntas en escala de 1 a 5, ver figura 1 herramienta 360°.



Número del estudio:	Punto del estudio:		
Número de grupo evaluado:	Punto de grupo evaluado:		
Fecha:	Reg.	Appt.	At.

***De acuerdo la escala de calificación, por favor asignar en el cuadro a la derecha de cada grupo la calificación que considere más adecuada.**

MANEJO DEL TIEMPO

Se forma de forma correcta el calendario, hora y minutos de inicio y fin de trabajo.

Se conforma correctamente el horario de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se conforma correctamente el horario de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se conforma correctamente el horario de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se conforma correctamente el horario de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

SEGURIDAD

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

COMUNICACIÓN

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

ORGANIZACIÓN

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

RECURSOS HUMANOS

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

RECURSOS MATERIALES

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

RECURSOS FINANCIEROS

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

RECURSOS TECNOLÓGICOS

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Se maneja correctamente el tiempo de inicio y fin de trabajo, sin errores de hora y minutos.

Figura 1. Cuestionario de herramienta 360°

Fuente: Tomado de Chávez y Barradas (2024)

3. Resultados

Los porcentajes de desempeño en cada uno de los factores, derivados del promedio por indicador, incluye todos los procesos de evaluación donde se involucró al trabajador, elaborando la base de datos, se aprecia según la tabla 1 promedio de indicadores por trabajador en evaluación 360 grados, las calificaciones finales de cada colaborador yendo de un promedio de 70.20 a 82.40 puntos, sobre una calificación de 100. Por lo que se considera que, aunque se encuentran por encima de la media, es importante gestionar un plan de mejora, de acuerdo con los puntajes más bajos, con la finalidad de incrementar la dimensión, como lo es el caso de seguridad, orden y limpieza que tiene un puntaje de 3.44, por lo que se percibe que el nivel de conocimientos respecto a la seguridad y salud en el trabajo, es un tanto deficiente, muy similar a Capacitación con un puntaje de 3.66 y comunicación y liderazgo con un puntaje final de 3.76, por lo que se sugiere incrementar el número de capacitaciones en áreas de conocimiento específicos, como pueden ser seguridad laboral, trabajo en equipo, liderazgo y comunicación. Se destaca Solución de problemas, ambiente de trabajo y productividad, con un puntaje final de 4.05, 4.05 y 4.26, con lo que se aprecia, que existe la confianza para trabajar interdepartamentalmente, en la solución de problemas y el alcance de metas, todos los puntajes sobre un total de 5.00, de igual forma el contar con una evaluación integral por trabajador permitirá dar un seguimiento puntual y personalizado a cada uno de ellos, como se observa en la figura 2 Resultados por trabajador.

Tabla 1. Promedio de indicadores por trabajador en evaluación 360 grados											
	Comunicación	Liderazgo	Motivación	Seguridad	Capacitación	Actitud y Colaboración	Solución de Problemas	Ambiente de Trabajo	Capacidad Personal	Productividad	Promedio
Trabajador1	3.47	3.90	3.03	4.33	3.47	3.90	5.00	3.90	2.60	3.90	75.00
Trabajador2	4.33	3.90	5.00	2.60	3.90	4.33	4.33	4.33	3.90	4.77	82.80
Trabajador3	3.90	4.77	4.33	2.17	4.33	4.77	4.33	3.47	3.90	4.33	80.59
Trabajador4	3.47	5.00	5.00	2.60	3.03	5.00	5.00	5.00	3.03	3.47	81.20
Trabajador5	3.90	3.03	4.77	4.77	3.47	2.17	3.47	3.90	3.03	5.00	75.01
Trabajador6	3.03	4.33	5.00	5.00	3.47	3.03	3.90	3.90	4.77	4.77	82.40
Trabajador7	3.90	2.60	3.03	2.60	3.47	3.47	4.33	3.47	3.90	4.33	70.20
Trabajador8	4.33	4.33	5.00	2.60	3.90	3.03	2.60	5.00	3.03	4.33	76.33
Trabajador9	3.47	2.17	5.00	4.33	3.90	3.47	3.47	3.47	5.00	3.47	75.48
Promedio	3.76	3.78	4.46	3.44	3.66	3.69	4.05	4.05	3.69	4.26	77.67

Fuente: Elaboración propia



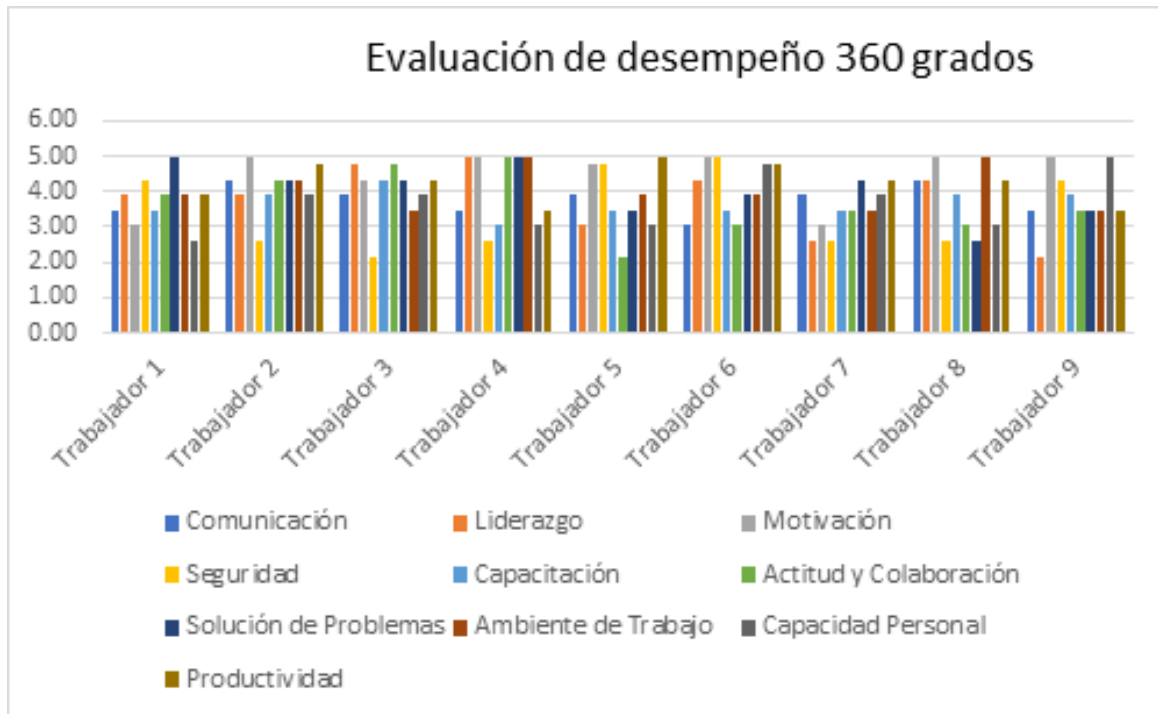


Figura 2. Resultados por trabajador

Fuente: Elaboración propia



El contar con una evaluación puntual de cada una de las áreas de la metodología, permitirá la proyección de elementos de mejora, como se ve en la figura 3 Puntajes por área de evaluación: si la puntuación es alta, indica buena comunicación en el equipo; si es baja, podría ser necesario trabajar en mejorar la claridad y frecuencia de la comunicación, a través de un taller o capacitación, así como mostrar apertura para escuchar a los compañeros pares, subordinados o no, en la sección liderazgo, una puntuación media-alta sugiere liderazgo sólido, mientras que puntuaciones bajas podrían indicar una falta de apoyo para la toma de decisiones, y de iniciativa en los departamentos. En relación a la motivación, con un puntaje 4.46 se considera uno de los espacios mejor evaluados, por lo que se estima los trabajadores sienten orgullo de trabajar en la empresa. Respecto a la seguridad y orden, se recomienda un curso de capacitación sobre seguridad y salud en el trabajo, con motivo de conocer la normatividad, e identificar mejoras en las estaciones de trabajo. Por último, productividad, evaluada con unos de los puntajes más altos 4.26, indica el aprovechamiento de los recursos en el alcance las metas de cada área.



Figura 3. Puntaje por área de evaluación.

Fuente: Elaboración propia.

Analizando la organización como un todo integral, que, a través de las relaciones internas entre colaboradores y áreas de trabajo en busca del alcance de los objetivos, se considera que la calificación final, que es de 77.76 sobre 100, indica a la organización la definición de estrategias, a través de la gestión empresarial, que le permita incrementar la satisfacción personal y general interna de los colaboradores, con una percepción positiva más alta.



Figura 4. Calificación final en evaluación 360 grados.

Fuente: Elaboración propia



Se observa a la comunicación con un puntaje del 75%, la organización lleva a cabo reuniones periódicas donde se exponen situaciones del día, y verifica el alcance de las metas de los departamentos, las cuales han contribuido para el buen funcionamiento. Al igual que el liderazgo y la motivación con 75% y 89% son factores importantes, ya que se promueve la motivación a sus colaboradores dándoles bonos y recompensando su esfuerzo y el cumplimiento de las tareas, lo que hace que se motiven y tengan una mayor satisfacción al cumplir sus distintas ocupaciones durante su jornada laboral.

La calificación final, aunque puede considerarse como aceptable, se recomienda capacitar al empleado sobre trabajo colaborativo, equipos efectivos de trabajo, liderazgo y comunicación efectiva, ya que es de suma importancia crear un ambiente de liderazgo compartido, donde no solo los jefes tengan la facultad para la toma de decisiones, cada uno de los miembros de la empresa puedan aportar de igual forma sus conocimientos y opiniones, desde una posición de empoderamiento.

4. Conclusiones

El estudio evidencia la importancia de la planeación estratégica centrada en el cliente interno para optimizar el desempeño organizacional. A través de la evaluación 360°, se identificaron fortalezas como la motivación y la productividad, que reflejan un alto compromiso por parte de los empleados. Sin embargo, se detectaron áreas de oportunidad significativas, particularmente en capacitación y seguridad laboral, las cuales deben ser abordadas para garantizar un entorno más equilibrado y eficiente. Los programas de capacitación para la empresa ha sido un factor determinante, ya que permiten actualizar y aprender constantemente sobre el trabajo, incorporando metodologías bajo un esquema de la mejora continua, por lo que se recomienda el fortalecimiento de la cultura de la prevención, la identificación de riesgo y del cuidado de la salud y seguridad ocupacional.

La planeación estratégica centrada en el servicio al cliente interno, es primordial para el éxito y la sostenibilidad de la organización. Al establecer objetivos claros, identificar fortalezas y debilidades y diseñar estrategias específicas, pueden mejorar su habilidad para proporcionar un servicio de alta calidad a su personal.

Cuando los empleados se sienten valorados y atendidos, se crea un ambiente de trabajo positivo que promueve la motivación, la satisfacción y el compromiso. Esto se traduce en un mejor desempeño laboral, una mayor productividad y una reducción de la rotación de personal.

La planeación estratégica, a través de la evaluación del recurso humano, permite anticipar y abordar las necesidades y expectativas del personal, lo que contribuye a la retención del talento y al desarrollo de habilidades y capacidades internas. Además, al centrarse en el servicio al cliente interno, las empresas trabajan en el fortalecimiento de una cultura organizacional basada en el trabajo en equipo, que incentiva la comunicación efectiva y el liderazgo.



Los hallazgos obtenidos coinciden con estudios previos que subrayan la necesidad de una gestión estratégica integral del recurso humano, como un factor clave para la sostenibilidad empresarial. A pesar de las limitaciones inherentes, como el tamaño reducido de la muestra, este trabajo sienta las bases para futuras investigaciones que podrían explorar la aplicación de esta metodología en diferentes sectores y contextos organizacionales. En conclusión, fortalecer la cultura organizacional a través de estrategias alineadas con los resultados de este tipo de evaluaciones no solo mejora el ambiente laboral, sino que también impulsa la productividad y el éxito sostenido de la organización. Y que, de acuerdo con Osuna et al. (2022) puede replicarse en cualquier tipo de organización, ya que el capital humano representa el elemento más importante y complejo, por ser el motor que dinamiza el desarrollo de toda organización.

5. Referencias

- o Altair I. (2017). La elaboración de un plan estratégico. Economía 3 (14).
- o Chávez, M.F y Barradas, O. (2024) Propuesta de mejora a la rentabilidad de la empresa x a partir de la evaluación 360° a recursos humanos. Ixmati, año 10, núm. 18 ISSN 2683-197X
- o Elizondo, M., Armenteros, A.M..C, Guerrero, R., L. y Barquero, C. J. D, (2012) Las Competencias Gerenciales Desde Una Visión Estratégica de las Organizaciones: Un Procedimiento Para Su Identificación y Evaluación del Desempeño. Revista Internacional Administración & Finanzas, Vol. 5, No. 2, pp. 79-100, 2012, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1953541>
- o Emprendedores.es. (2017). Relación empresa-cliente. Madrid, España.
- o Hernández, N. C. (2018). Importancia de la planeación estratégica en el entorno actual. Inversión extranjera y variables económicas que afectan el sector manufacturero. Revista el buzón de Pacioli. ITSON
<https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/SiteAssets/Paginas/numeros/Pacioli-104-eBook.pdf>
- o Osuna, A.M.O, López, R.M del R, Gálvez, R.A y Reyes, Z.F.M. Análisis de la Cultura y del Clima Organizacional en una Empresa Constructora del Municipio de Guasave. Revista Interdisciplinaria de Ingeniería Sustentable y Desarrollo Social. Año 8 Vol. 2 ISSN 2448-8003
<https://itsta.edu.mx/wp-content/uploads/2023/02/18-2022.pdf>
- o Pereira M.F, Gutiérrez G. S.P., Sardi H.L. y Villamil P.M. Las competencias laborales y su evaluación mediante el modelo de 360 grados. Cuadernos Latinoamericanos de Administración, vol. IV, núm. 6, enero-junio, 2008, pp. 69-105 Universidad El Bosque
<https://www.redalyc.org/pdf/4096/409634349004.pdf>



- o Rodríguez-Partidas Nicolas (2017). Método 360° feedback como instrumento de evaluación del talento humano. Revista científica Ciencias Económicas y Empresariales. Num.4 vol. 2 pp 18-30. DOI:10.23857/fipcaec.v2i4.29
- o Sumba-Bustamante , R. Y., Cárdenas-Borja , N. P., Bravo-Ayala , T. L., y Arteaga-Choez , R. F. (2020). La planeación estratégica: Importancia en las PYMES ecuatorianas. Revista Científica FIPCAEC (Fomento De La investigación Y publicación científico-técnica multidisciplinaria). ISSN : 2588-090X. Polo De Capacitación, Investigación y Publicación (POCAIP), 5(4), 114-136. <https://doi.org/10.23857/fipcaec.v5i4.299>.
- o Yáñez, S.M.M, Yáñez, S.J.R y Morocho, E.J. (2018). Importancia de los recursos humanos en las micro, pequeñas y medianas empresas del Ecuador. Revista Universidad y Sociedad, 10(2), 89-93. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000200089&lng=es&tlng=es.



Fitoterapia en la microbiota intestinal: una revisión sistemática y análisis cientométrico

Phytotherapy in the intestinal microbiota: A systematic review and scientometric analysis

**Rodríguez, Soria-Veronica¹, Lara, González-Susana², Ortega, Martínez-Luis Daniel³
López, Barradas-Adriana Margarita⁴**

1. Facultad de Biotecnología, Decanato de Ciencias de la vida y la salud, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla 7241, México, veronica.rodriguez@upaep.mx
2. Facultad de Biotecnología, Decanato de Ciencias de la vida y la salud, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla 7241, México, susana.lara@upaep.edu.mx
3. Facultad de Biotecnología, Decanato de Ciencias de la vida y la salud, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, Puebla 7241, México, luisdaniel.ortega@upaep.mx
4. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Investigador en Ciencias Médicas, México, adriana.lopezb@incmnsz.mx

Resumen

Se hizo revisión cientométrica y bibliométrica sobre fitoterapia en la microbiota intestinal, se analizó el impacto de plantas medicinales y sus metabolitos bioactivos, como polifenoles, flavonoides e isoflavonas. Entre las plantas estudiadas destacan el jengibre, la granada, el té verde y el agave, cuyos compuestos han demostrado promover el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*, reducir la inflamación y mejorar la homeostasis intestinal al inhibir bacterias patógenas como *Clostridium difficile*.

China y Estados Unidos emergen como los principales líderes en colaboración científica, seguidos por países europeos como Alemania e Italia. Aunque los avances destacan el potencial terapéutico de la fitoterapia en el tratamiento de disbiosis intestinal, persisten retos, como baja biodisponibilidad de compuestos bioactivos y la necesidad de estudios clínicos más sólidos. Este análisis subraya la importancia de enfoques interdisciplinarios y tecnologías emergentes para ampliar la aplicación terapéutica de fitoterapia y maximizar su impacto en la salud humana.

Palabras clave: Disbiosis, Fitoterapia, Microbiota Intestinal



Abstract

A scientometric and bibliometric review was carried out on phytotherapy on the intestinal microbiota, the impact of medicinal plants and their bioactive metabolites, such as polyphenols, flavonoids and isoflavones, was analyzed. Among the studied plants, ginger, pomegranate, green tea, and agave stand out, with their compounds demonstrating the ability to promote the growth of beneficial bacteria such as *Bifidobacterium* and *Lactobacillus*, reduce inflammation, and improve intestinal homeostasis by inhibiting pathogenic bacteria like *Clostridium difficile*.

China and the United States emerge as the main leaders in scientific collaboration, followed by European countries such as Germany and Italy. While advancements highlight the therapeutic potential of phytotherapy in treating intestinal dysbiosis, significant challenges remain, including the low bioavailability of bioactive compounds and the need for more robust clinical studies. This analysis emphasizes the importance of interdisciplinary approaches and emerging technologies to expand the therapeutic application of phytotherapy and maximize its impact on human health.

Keywords: Dysbiosis, Intestinal Microbiota, Phytotherapy

1. Introducción

La Microbiota Intestinal (MI) ha sido reconocida como un complejo ecosistema que juega un papel esencial en la salud humana, influenciando procesos digestivos, metabólicos, inmunológicos y neurológicos (Álvarez J. et al., 2021). La relación simbiótica entre los trillones de microorganismos que habitan el intestino y el huésped humano es crucial para mantener el equilibrio homeostático del cuerpo. Alteraciones en este equilibrio, conocidas como disbiosis, han sido vinculadas con el desarrollo de diversas enfermedades, incluidas las enfermedades metabólicas, trastornos del sistema nervioso central, y patologías gastrointestinales, como el síndrome del intestino irritable (Guarner F. et al., 2020). Dado que la microbiota intestinal está estrechamente asociada con el estado de salud del huésped, el interés por encontrar enfoques terapéuticos que puedan modular este ecosistema ha aumentado exponencialmente en las últimas décadas. (Garza R. et al., 2021)



En este contexto, la fitoterapia, definida como el uso de plantas medicinales o sus derivados para el tratamiento de enfermedades, ha emergido como una alternativa prometedora para restaurar la homeostasis microbiana intestinal (Echegaray J. et al., 2011). Las plantas medicinales contienen una variedad de compuestos bioactivos, incluidos polifenoles, alcaloides, flavonoides y aceites esenciales, que poseen propiedades antimicrobianas, antiinflamatorias y antioxidantes (Moreno S. et al., 2023). Estos compuestos han demostrado tener efectos moduladores sobre la composición y la actividad metabólica de la microbiota intestinal, lo que sugiere su potencial terapéutico en la prevención y el tratamiento de trastornos relacionados con la disbiosis. (Álvarez J. et al., 2021).

El uso de la fitoterapia en la microbiota intestinal ha sido un tema de creciente interés científico. Un número creciente de estudios ha documentado los efectos beneficiosos de diferentes especies de plantas, como *Curcuma longa*, *Camellia sinensis*, y *Mentha piperita*, en la composición de la microbiota intestinal y la mejora de síntomas asociados a trastornos gastrointestinales (Garza R. et al., 2021). Por ejemplo, los polifenoles del té verde han sido reportados por su capacidad para aumentar la proporción de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, mientras que inhiben el crecimiento de patógenos como *Clostridium difficile* (Zepeda A. et al., 2021). Asimismo, el uso de extractos de cúrcuma ha sido vinculado con mejoras en marcadores inflamatorios intestinales, lo que subraya su relevancia en enfermedades inflamatorias del intestino, como la colitis ulcerosa (Pérez E. et al., 2020).

A pesar de estos avances, la investigación sobre el impacto de la fitoterapia en la microbiota intestinal aún enfrenta varios desafíos. Las variaciones en la biodisponibilidad de los compuestos bioactivos, las diferencias en la respuesta individual a las intervenciones fitoterapéuticas y la limitada comprensión de los mecanismos de acción precisos son barreras importantes que deben abordarse en futuras investigaciones (Martínez I. et al., 2024). Además, los estudios clínicos que respalden la eficacia de estos tratamientos aún son relativamente escasos y, en muchos casos, se requieren ensayos controlados aleatorios más robustos para establecer conclusiones definitivas. (Manterola C. et al., 2023).

El objetivo de este artículo es realizar una revisión sistemática de la literatura científica disponible sobre la influencia de la fitoterapia en la microbiota intestinal, evaluando tanto estudios experimentales como clínicos. Además, se presenta un análisis cuantitativo de la evolución de la investigación en este campo, con el fin de identificar las tendencias de investigación, los vacíos de conocimiento y los enfoques metodológicos más comunes. Este trabajo busca contribuir a la comprensión global del potencial de la fitoterapia como herramienta moduladora de la microbiota intestinal, con implicaciones relevantes para el desarrollo de terapias más personalizadas y efectivas.



2. Metodología

Selección de bases de datos y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura científica utilizando las bases Scopus, seleccionada por su amplia cobertura en el campo de la biotecnología, la biomedicina y medicina alternativa en la salud pública, indexando artículos de alto rigor, así como con un factor de impacto en el Journal Citation Report (JCR) en diferentes cuartiles. Para la búsqueda se utilizaron las palabras clave fitoterapia y microbiota intestinal utilizando el operador booleano “AND” y términos de truncamiento optimizando la búsqueda y garantizando la exhaustividad de los resultados

Criterios de Inclusión y Exclusión

Se establecieron criterios de inclusión y exclusión con la finalidad de garantizar la relevancia y la calidad de los estudios incluidos en la revisión. Se incluyeron estudios que abordaban específicamente el tema de efecto de la fitoterapia en la microbiota intestinal. Se excluyeron artículos en idiomas distintos al inglés, que no estaban relacionados con el efecto de la fitoterapia en la microbiota intestinal.

Proceso de Selección y Evaluación de Estudios

Los artículos seleccionados a través de la estrategia de búsqueda fueron evaluados en dos etapas. En la primera etapa, se revisaron los títulos y resúmenes para determinar su relevancia, asegurándose de que incluyeran términos clave como fitoterapia y microbiota intestinal. Posteriormente, en la segunda etapa, se realizaron lecturas completas de los textos para evaluar su idoneidad y calidad metodológica. Se excluyeron aquellos estudios que no cumplían con los criterios de inclusión establecidos o que no proporcionaban información significativa sobre el efecto de la fitoterapia en la microbiota intestinal.

Extracción y Síntesis de Datos

Se recopilaron datos relevantes de los artículos seleccionados, incluyendo información sobre los autores, las plantas estudiadas, los metabolitos identificados y su efecto en la microbiota intestinal. Estos datos fueron sintetizados y organizados temáticamente, con el objetivo de facilitar tanto su análisis como la presentación de los resultados en la revisión cienciométrica.

Análisis de Datos y Presentación de Resultados



Se realizaron análisis cuantitativos y cualitativos de los datos extraídos, incluyendo efecto de metabolitos en la microbiota intestinal (Tabla 1), visualización de redes resultado de la co-ocurrencia de palabras clave más utilizadas en cada año a partir del año 2014 (Figura 1 y 2), mapa de colaboración de países (figura 3), mapa de co-citación de autores en publicaciones científicas (figura 4) y temas de tendencia de publicaciones científicas (figura 5).

Para la realización del análisis cuantitativo, se utilizó el software R studio, bibliometrix y VOSviewer empleados por su flexibilidad debido a que son softwares con código abierto (Dervis 2019) y aplicando las herramientas de Excel (Araya et al 2021), logrando datos estructurales dentro de la comunidad científica, asociando las referencias (co-referenciación o bibliographic coupling) o co-ocurrencia (co-occurrence).

3. Resultados y discusión

La revisión de los artículos publicados entre 2022 a 2024 evidencia una tendencia creciente en el uso de fitoterapia y el efecto benéfico de metabolitos en la microbiota intestinal (Tabla 1). Los datos recopilados, proporcionan los metabolitos más utilizados en fitoterapia destacando: isoflavonas, flavonoides, quercetina, apigenina, polifenoles, saponinas, antraquinona, triptófano, taninos, pectina, betaglucanos, lignina, oligosacáridos, oligosacáridos, fructooligosacaridos, inulina y carotenoides. Los principales efectos de los metabolitos en la MI identificados en la tabla 1 son: mejora en la integridad intestinal, protege la función de la barrera intestinal y modula la homeostasis por medio del aumento de los ácidos grasos de cadena corta (AGCC), bacterias benéficas (*Bifidobacterium*, Firmicutes, Bacteroidetes) y disminución de bacterias patógenas (*Clostridium difficile*, *Estafilococos aureus*).

La tabla 1 muestra una amplia diversidad de plantas y metabolitos estudiados por su impacto en la microbiota intestinal (MI). Entre las plantas más investigadas, como el jengibre (*Zingiber officinale*), la granada (*Punica granatum*) y el té verde (*Camellia sinensis*), se identificaron metabolitos como polifenoles, flavonoides e isoflavonas, que desempeñan roles clave en la modulación de la MI. Los efectos reportados incluyen la promoción del crecimiento de bacterias beneficiosas (como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus*), la mejora de la integridad de la barrera intestinal y la reducción de bacterias patógenas, contribuyendo a la homeostasis intestinal. Además, metabolitos como los polifenoles y flavonoides mostraron capacidades antioxidantes y antiinflamatorias, favoreciendo la reducción de la inflamación sistémica y mejorando la salud intestinal. Es destacable el uso de enfoques multiómicos en estudios recientes, como en el caso de *Astragalus membranaceus*, que revelaron cambios en la abundancia de géneros beneficiosos como *Bifidobacterium pseudolongum*. También se evidenció que algunas plantas, como el ginseng (*Panax ginseng*) y el azafrán (*Crocus sativus*), no solo impactan la MI, sino que influyen en condiciones sistémicas, como la inflamación hepática y la enfermedad inflamatoria intestinal.

Tabla 1. Efecto de los metabolitos en la Microbiota Intestinal.



Planta	Metabolito	Efecto en la Microbiota Intestinal (MI)	Citas
Jengibre (<i>Zingiber officinale</i>)	Sustancias fitogénicas	Actividad antiinflamatoria y antioxidante. Mejora la integridad intestinal, reduce la inflamación sistémica.	Shehata A.A.; Attia Y.; Khafaga A.F.; Farooq M.Z.; El-Seedi H.R.; Eisenreich W.; Tellez-Isaias G. 2022.
Pueraria lobata	Isoflavonas	Abundancia de Firmicutes y menor abundancia de Bacteroidetes y Proteobacterial	Qin Y. 2022.
Tomillo (<i>Thymus</i>)	Flavonoides, quercetina, apigenina	Diversidad bacteriana benéfica intestinal inalterada	Nausch B.; Bittner C.B.; Höller M.; Abramov-Sommariva D.; Hiergeist A.; Gessner A. 2022.
Orujo de uva (<i>Vitis vinifera</i>)	polifenoles y fibra dietética	Modula la MI y las comunidades bacterianas funcionales: Bacteroides	Taladrid D.; De Celis M.; Belda I.; Bartolomé B.; Moreno-Arribas M.V. 2022.
Fitoquímicos de plantas	fenoles, alcoholes, flavonoides, saponinas, antraquinona	Estabilidad en Bifidobacteria y Fusobacterium	(Lim D.-W.; Wang J.-H. 2022.) (Ramesh S.V.; Praveen S. 2022.)
Dimu Ningshen (medicina tradicional china)	fenilalanina, triptófano e indol	Mejoró la composición estructural de la MI, redujo la abundancia de <i>Ruminococcaceae_NK4A214_group</i> , <i>Ruminococcus_2</i> y <i>Eubacterium_nodatum_grou</i> .	Tang K.; Hao W.; Mo X.; Chen Y.; Guo X.; He L.; Wang B.; Wang J.; Ma Q.; Deng L.; Chen J. 2022.
Granada (<i>Punica granatum</i>), nuez (<i>Juglans regia</i>)	Taninos hidrolizables	Formación de metabolitos con efecto prebiótico	Piazza S.; Fumagalli M.; Martinelli G.; Pozzoli C.; Maranta N.; Angarano M.; Sangiovanni E.; Dell'Agli M. 2022.
Filipendula ulmaria	Glicósidos, flavonoides	Mostro disminución en flavonoides glicosilados como rutina, espiraeósido e isoquercitrina en el colon y un aumento de agliconas como quercetina, apigenina, naringenina y kaempferol.	Van der Auwera A.; Peeters L.; Foubert K.; Piazza S.; Vanden Berghe W.; Hermans N.; Pieters L. 2023.
Ginkgo biloba	Flavonoides, terpenoides	Aumentó el número de la comunidad de colon de Bacteroidetes. Redujo la abundancia de Firmicutes. Disminuye las consecuencias de la disbiosis relacionada con la obesidad.	Hirata B.K.S.; Aono A.H.; Machado M.M.F.; Joyce E.C.; Bueno A.A.; Kuroshu R.M.; Oyama L.M.; Ribeiro E.B.; Niero C.V.; Telles M.M. 2023.



Té verde (<i>Camellia</i> <i>sinensis</i>)	polifenoles	Modula la MI y el mantenimiento de la homeostasis, donde actúan como inhibidores del crecimiento y la actividad de los patógenos. Protege, mantiene y mejora la función de la barrera intestinal	Bellucci E.; Chiereghin F.; Pacifici F.; Donadel G.; de Stefano A.; Malatesta G.; Valente M.G.; Guadagni F.; Infante M.; Rovella V.; Noce A.; Tesauro M.; Di Daniele N.; della Morte D.; Pastore D. 2023.
Agave <i>lechuguilla</i>	Polifenoles y flavonoides	Actúan como moduladores de la composición de la MI. Los polifenoles aumentan el número de bacterias benéficas e inhiben la proliferación de bacterias patógenas.	Quiroz-Guzmán E.; Morreeuw Z.P.; Peña-Rodríguez A.; Barajas-Sandoval D.R.; Magallón-Servín P.; Mejía A.; Reyes A.G. 2023.
Algas verdes (<i>Phylum Chlorophyta</i>) y hongos (<i>Cantharellus</i>)	pectina, betaglucanos y lignina	Aumenta las bacterias <i>Bifidobacterium</i> en la MI y disminuye bacterias de la familia Fimicutes. Aumentó los ácidos grasos de cadena corta (AGCC)	Shen Y.; Song M.; Wu S.; Zhao H.; Zhang Y. 2023.
Prebiótico de vegetales	Ligosacáridos, Oligosacáridos, Fructooligosacáridos, inulina y galactooligosacáridos	Indujo el crecimiento de especies de <i>Lactobacillus</i> y disminuyó la abundancia de <i>Helicobacter</i> , mejora la integridad de la barrera intestinal y aumento la producción de metabolitos de ácidos grasos de cadena corta (AGCC).	(Nguyen N.; Cho J.; Lee C. 2023) (Spisni E.; Turrone S.; Alvisi P.; Spigarelli R.; Azzinnari D.; Ayala D.; Imbesi V.; Valerii M.C. 2022)
<i>Phyllanthus emblica</i> Linn, <i>Terminalia Bellerica</i>, <i>Terminalia chebula</i>	ácidos fenólicos, flavonoides	Modula el microbioma intestinal por la bioconversión y biodisponibilidad de los metabolitos fenólicos bioactivos obtenidos del consumo de polifenoles.	Wang W.; Ige O.O.; Ding Y.; He M.; Long P.; Wang S.; Zhang Y.; Wen X. 2023
<i>Hypericum Hipérico</i> <i>perforatum</i>, <i>Valeriana officinalis</i> ,<i>Piper methysticum</i> <i>m</i>, <i>Pasiflora encarnada</i> , <i>Humulus lupulus</i>, <i>Melissa officinalis</i>, <i>Lavandula officinalis</i> y <i>Rhodiola rosea</i>	Flavonoides, polifenoles, ácido ascórbico	Aporta pruebas directas e indirectas de que los extractos de hierbas y los compuestos aislados son potentes moduladores de la estructura de la MI.	Korczak M.; Pilecki M.; Granica S.; Gorczynska A.; Pawłowska K.A.; Piwowarski J.P. 2023



<i>Nerium oleander L</i>	Polifenoles	La MI desempeña un papel clave en la modulación diferencial de los efectos farmacológicos y toxicológicos y fitoquímicos de <i>Nerium Oleander L</i>	Sharma R.; Singh S.; Tewari N.; Dey P. 2023
Arándanos (<i>Vaccinium corymbosum</i>), frambuesas (<i>Rubus idaeus</i>) y fresas (<i>Fragaria</i>)	Polifenoles	Afectar positivamente a la MI, promoviendo el crecimiento selectivo de bacterias beneficiosas, abundancia de bacterias productoras de moco y ácidos grasos de cadena corta.	Coutinho-Wolino K.S.; Melo M.F.S.; Mota J.C.; Mafra D.; Guimarães J.T.; Stockler-Pinto M.B. 2024
<i>Ginseng (Panax Ginseng)</i>	polisacáridos, poliacetilenos	Alivia la inflamación hepática al cambiar la composición de la MI, mejorando así la lesión hepática inducida por el envejecimiento.	Gao X.-F.; Ji B.-Y.; Zhang J.-J.; Wang Z.; Jiang S.; Hu J.-N.; Gong X.-J.; Zhang J.-T.; Tsopmejo I.S.N.; Li W. 2024
Azafrán (<i>Crocus sativus</i>)	carotenoides (crocetina, crocina, a-caroteno, licopeno y zeaxantina), aldehídos monoterpénicos (p. ej., picrocrocina y safranal), monoterpénoides (p. ej., crocusatinas), isoforonas y flavonoides	Protege contra la enfermedad inflamatoria intestinal (EII) a través de varios mecanismos: inhibe las citocinas proinflamatorias (TNF- α , IL-1 β e IL-6), reduce el estrés oxidativo, mejora la función de la barrera de la mucosa, al modular la composición de la MI para promover las bacterias beneficiosas mientras se suprimen las patógenas.	Rashid M.; Rashid R.; Saroya S.; Deverapalli M.; Brim H.; Ashktorab H. 2024
<i>Crataegus pinnatifida</i>	epicatequina	Disbiosis intestinal inducida por <i>Crataegus pinnatifida</i> se recuperó en un entorno de MI saludable por incremento de bacterias beneficiosas, como <i>Akkermansia muciniphila</i> , y cambiando las bacterias dañinas, incluidas <i>Bacteroides vulgatus</i> y <i>Peptostreptococcaceae</i>	Lee K.-I.; Jo Y.; Yuk H.J.; Kim S.-Y.; Kim H.; Kim H.J.; Hwang S.-K.; Park K.-S. 2024
<i>Astragalus membranaceus</i>	triterpenoide	El análisis multiómico reveló que la astragalósido aumentó la abundancia de géneros beneficiosos como <i>Bifidobacterium pseudolongum</i> .	Wen L.-P.; Gao S.-W.; Chen H.-X.; Liu Q.; Xiao G.-Z.; Lin H.-C.; He Q.-L. 2024



Plantas con fibras	inulina	Actúa como prebiótico, promoviendo el crecimiento de bacterias beneficiosas como <i>Bifidobacterium</i> y <i>Lactobacillus</i> , al tiempo que reducen los microbios potencialmente dañinos. Y modula la MI.	Shinde Y.; Deokar G. 2024
Clado Viridiplanta e, Durio zibethinus, Malus domestica	protein S100B	Se demostró que la proteína desempeña un papel en la eubiosis de la MI y se secreta en la leche materna humana.	Romano Spica V.; Volpini V.; Valeriani F.; Carotenuto G.; Arcieri M.; Platania S.; Castrignanò T.; Clementi M.E.; Michetti F. 2024
Nuez (Juglans regia), legumbres (Fabaceae)	Polifenoles	Los polifenoles son metabolizados por la MI, se trabaja para mejorar la biodisponibilidad y la absorción de estos compuestos	Sardarabadi H.; Darvishi M.H.; Zohrab F.; Javadi H. 2024
Paeoniae Radix Rubra (Chishao en chino), Paeoniae Radix Alba (Baishao en chino) y Moutan Cortex (Mudanpi en chino)	glucósidos monoterpenoides	Los glucósidos monoterpenoides regulan eje cerebro-intestino, modulación de la MI y regulación negativa de la apoptosis mitocondrial.	Xu S.-Y.; Cao H.-Y.; Yang R.-H.; Xu R.-X.; Zhu X.-Y.; Ma W.; Liu X.-B.; Yan X.-Y.; Fu P. 2024
Ciruela pasa (Prunus domestica), arándanos (Vaccinium corymbosum)	Polifenoles	El papel prebiótico de polifenoles influyen en la composición de la MI, modulando la diversidad microbiana benéfica.	Chatterjee A.; Kumar S.; Roy Sarkar S.; Halder R.; Kumari R.; Banerjee S.; Sarkar B. 2024

Fuente: Elaboración propia (Revisión de artículos publicados ente 2022 y 2024).

En la búsqueda se encontraron 108 artículos de Scopus con las palabras claves phytotherapy, Gut y microbiota, de los últimos 10 años “2014-2024” Se descartaron 54 artículos ya que estos no tienen relación directa con las palabras claves de la búsqueda, 10 eran Review y 16 de años diferentes a 2022 y 2024. Quedando un total de 28 artículos los cuales se les realizó análisis cuantitativa y por VOSviewer.



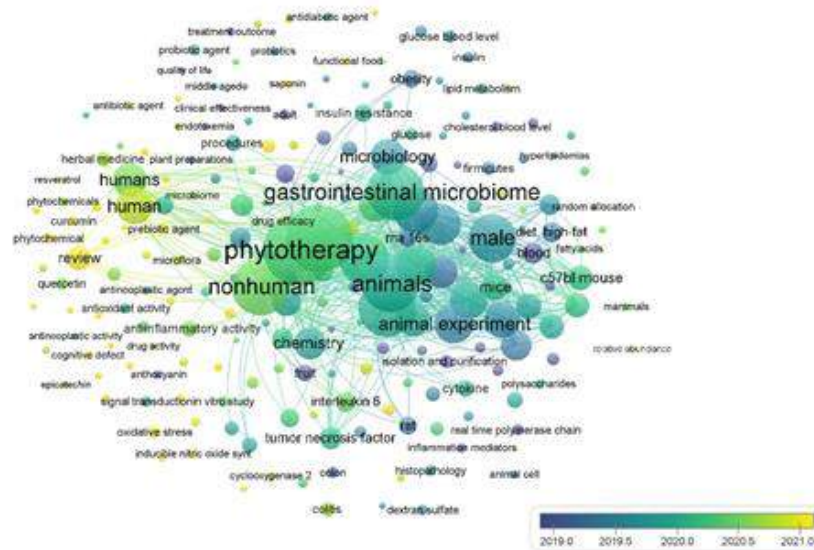


Figura 1. Visualización de redes resultado de la co-ocurrencia de palabras clave entre las publicaciones

Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados por SCOPUS después de ser procesados por VOSviewer

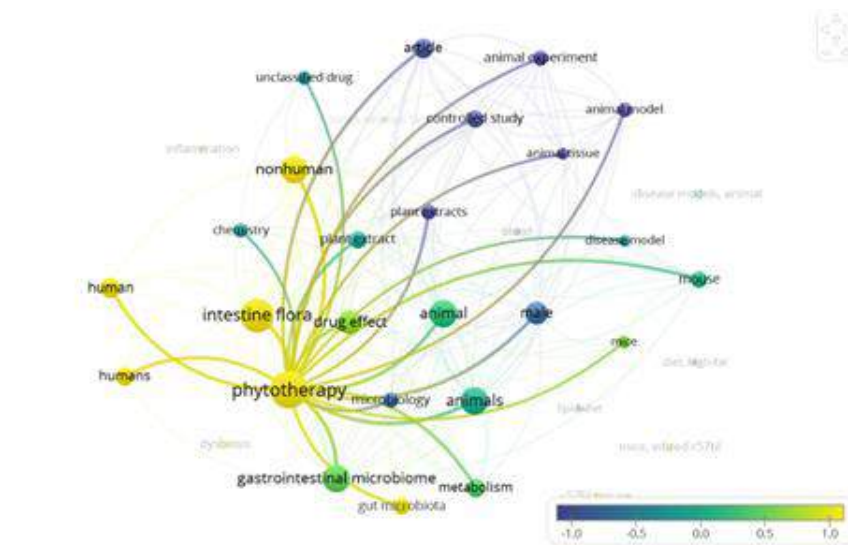


Figura 2. Visualización de redes resultado de la co-ocurrencia de palabras clave más utilizadas en cada año a partir del 2014.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados por SCOPUS después de ser procesados por VOSviewer

En las figuras 1 y 2 se muestran mapas de co-ocurrencia de palabras clave en la investigación sobre el uso de fitoterapia en la microbiota intestinal. Los términos más destacados en la red son: phytotherapy, gastrointestinal microbiome y nonhuman, se representan con nodos más grandes, indicando su centralidad y frecuencia en la literatura analizada. Esta prominencia refleja el enfoque de la investigación en entender cómo la fitoterapia puede modular la microbiota intestinal en diversos organismos. Tal como lo menciono Belluci E et al 2023, donde indica que la fitoterapia representa un enfoque terapéutico potencial para la regulación de mecanismos como inflamación celular, lipogénesis, resistencia a la insulina, disfunción mitocondrial, estrés oxidativo y disbiosis intestinal, Lim et al 2022, menciona que el microbiana intestinal se considera un “supraorganismo” debido a los millones de microbios que existen en el tracto gastrointestinal, de las cuales las bacterias intestinales desempeñan un papel crítico en el metabolismo del hospedador, su aportación fue identificar el metabolismo de los compuestos herbarios como referencia vital para las aplicaciones clínicas. La agrupación de términos alrededor de phytotherapy y gastrointestinal microbiome también sugiere que estos conceptos son pilares en la estructura temática del campo, señalando la importancia de los tratamientos basados en plantas para la salud intestinal, en ese sentido Sardarabad et al 2024, menciona que los polifenoles son un grupo de fitoquímicos bioactivos, sin embargo un desafío con los polifenoles es su baja solubilidad en agua, estabilidad y biodisponibilidad; no son fácilmente absorbidos en el cuerpo cuando se consumen en dietas esenciales, con lo anterior la nanotecnología puede superar los desafíos en la aplicación terapéutica de los polifenoles dietéticos y dar lugar a un campo completamente nuevo llamado nanofitomedicina o nanomedicina herbal. Por su parte Coutinho et al 2024, investigó el efecto de arándanos rojos, frambuesas y fresas ricos en polifenoles en pacientes con Enfermedad Renal Crónica (ERC), estudios refieren que el consumo de polifenoles afecta positivamente la microbiota intestinal., y se necesita una mejor comprensión de los posibles mecanismos de acción, como resultados se tuvo que los frutos rojos podrían ser una estrategia terapéutica para modular la microbiota intestinal y revertir la disbiosis en ERC, los frutos rojos promueven un aumento de diversidad bacteriana productoras de moco y ácidos grasos de cadena corta (AGCC), se sabe que con 5mg/día es posible observar algunos efectos en modelos animales, Sin embargo, estudios en ERC son escasos, por lo tanto a largo plazo este modelo podría ser una excelente estrategia para los pacientes con IRC, se alientan los estudios clínicos para evaluar mejor los efectos sobre la IRC y la cantidad segura de las frutas para promover una mejor calidad de vida o incluso la supervivencia de estos pacientes.



Los resultados revelan un grupo de términos relacionados con modelos animales, como animals, mice, y c57bl mouse, lo cual evidencia un enfoque experimental en estudios preclínicos. Tal como lo menciona Hirata et al 2023, donde describe la importancia del consumo de extractos de Ginkgo biloba como terapia para restaurar la disbiosis de la microbiota intestinal en este caso de un modelo de rata con obesidad encontrando reducción de la proporción de Firmicutes/Bacteroidetes mismo que se asocia a una menor capacidad de recolección de energía en la dieta y mejora la endotoxemia e inflamación. Del mismo modo Nausch et al 2022, trabajo con un modelo de ratón, donde se administró hierbas (BNO 2103) obteniendo una preservación del microbioma intestinal, la hierba es eficaz para tratar infecciones urogenitales en humanos al impedir la adhesión de patógenos, además de tener efectos espasmolíticos, diuréticos, antioxidantes y antiinflamatorios; se cree que los productos médicos a base de hierbas preservan el microbioma intestinal, sin embargo, es escasa la información preclínica.

Esta tendencia hacia modelos animales indica que gran parte de la investigación en esta área se basa en experimentos controlados para evaluar los efectos de la fitoterapia en la microbiota antes de su aplicación en humanos. La presencia de términos como inflammatory activity, tumor necrosis factor y cytokine, señala un interés particular en explorar el impacto antiinflamatorio de los tratamientos herbales, lo que podría tener implicaciones en el tratamiento de enfermedades inflamatorias intestinales. Tal como lo menciona Wen et al 2024, realizó un estudio con modelo de animales administrando Astragalus Membranaceus utilizado tradicionalmente en la medicina China, los ratones fueron alimentados con una dieta alta en grasas durante 8 semanas el resultado fue reducción del desarrollo de pólipos adenomatosos colónicos, inhibición de las citocinas proinflamatorias colonicas (IL-1B, IL-6 y FNT- α), biomarcadores asociados a tumores, también inhibió las capacidades proliferativas de las células de cáncer de colon humano. El análisis multiómico reveló aumento de genero Bifidobacterium.

El uso de un gradiente de colores en la red, que va del azul al amarillo, representa la evolución temporal de la investigación entre 2019 y 2021. Los términos en amarillo, como cognitive defect y quality of life, sugieren áreas de interés emergente en el campo, posiblemente vinculadas al impacto de la fitoterapia en la salud general y el bienestar psicológico. En contraste, los términos en azul y verde indican conceptos que ya están bien establecidos en la literatura. En un estudio realizado por Gao et al 2024, investigaron el efecto del Panax Ginseng (medicina herbolaria



china) en la lesión hepática inducida por el envejecimiento; el estudio demostró que se puede inhibir la piroptosis y la apoptosis a través de la caspasa 8 y regular el eje intestino-hígado para aliviar la inflamación hepática al cambiar la composición de la microbiota intestinal. En conjunto, este análisis de co-ocurrencia proporciona una perspectiva integral sobre el desarrollo y las tendencias en la investigación de la fitoterapia aplicada a la microbiota intestinal, destacando áreas consolidadas y temas emergentes de investigación.



Figura 3. Mapa de colaboración de países

Fuente: Elaboración propia a partir de bibliometrix con datos de SCOPUS

En la figura 3 se muestra el mapa de colaboración entre países, el contexto de la investigación sobre fitoterapia y microbiota intestinal muestra que China y Estados Unidos son los principales centros de colaboración, con múltiples conexiones que reflejan su liderazgo en esta área de estudio. China se destaca como el país con mayor cantidad de colaboraciones, resaltado en un color más oscuro, lo que indica su influencia y participación activa en la generación de conocimiento. Esta concentración sugiere una estrategia de cooperación internacional que facilita el intercambio de información científica y recursos, permitiendo el avance de la investigación en temas relacionados con la fitoterapia y su impacto en la microbiota.

Además de China y Estados Unidos, otros países como Italia, Alemania y Reino Unido también presentan una notable participación en la red de colaboración, conectándose con varios países en Asia, Europa y América. Estos patrones de colaboración evidencian un esfuerzo global por entender el potencial terapéutico de los tratamientos basados en plantas y sus aplicaciones en la microbiota intestinal. Este enfoque interdisciplinario y multinacional permite el desarrollo de perspectivas más amplias y completas sobre los efectos de la fitoterapia, y refleja el compromiso de la comunidad científica para abordar problemas de salud complejos mediante la colaboración internacional.

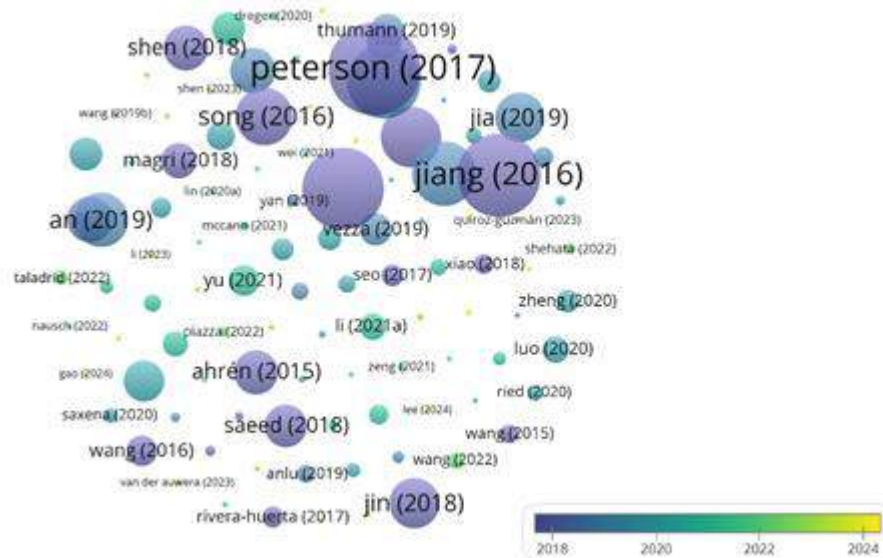


Figura 4. Mapa de co-citación de autores en publicaciones científicas
Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados por SCOPUS después de ser procesados por VOSviewer.

En la figura 4 se aprecia el mapa de co-citación de autores en publicaciones, la prominencia de investigadores en el campo de estudio de la fitoterapia y su impacto en la microbiota intestinal. Los autores con mayor tamaño de nodo, como Peterson (2017), Jiang (2016) y An (2019), destacan debido a su alta frecuencia de citación en la literatura. Esto indica que sus publicaciones son ampliamente referenciadas y han tenido una influencia significativa en el desarrollo de este campo. La prominencia de estos autores sugiere que sus trabajos representan marcos de referencia clave para otros investigadores, contribuyendo de manera central al cuerpo de conocimientos sobre las interacciones entre fitoterapia y microbiota.

Los colores y el tamaño de los nodos reflejan tanto la temporalidad como la relevancia de los autores en este campo. Por ejemplo, los nodos más oscuros y grandes, como Peterson (2017) y Jiang (2016), representan estudios previos ampliamente citados que siguen siendo relevantes en investigaciones recientes. En contraste, los nodos de menor tamaño y colores más claros, como Taladrí (2022) y Shehata (2022), indican trabajos más recientes que están ganando atención. En el estudio de Taladrí et al 2022, midieron el efecto de un extracto de uva en la reducción de hipertensión arterial, glucemia y la interacción con la microbiota intestinal, destacando los compuestos bioactivos del extracto de uva rico en polifenoles y fibra, como resultado su tuvo que la presión arterial y glucemia en ayunas disminuyeron significativamente

($p < 0.05$) después de la intervención con el extracto, se evidenció la modulación de la microbiota intestinal y las comunidades bacterianas funcionales. Por otro lado, Shehata et al 2022, investigó la restauración de un microbioma intestinal saludable en aves de corral; los factores externos que alteran el microbioma intestinal son el estrés por calor, la disbiosis, el síndrome del intestino permeable y las micotoxinas, estas conducen a un estrés oxidativo crónico y la inflamación; por lo anterior, se han descrito varios aditivos alimentarios como probióticos, prebióticos, ácidos grasos y aminoácidos para restaurar la microbiota intestinal, además algunas sustancias fitogénicas tiene actividades antiinflamatorias y antioxidantes, sin embargo, varios desafíos como la biodisponibilidad, la tasa de absorción, la inconsistencia de la calidad, la aceptación pública y los métodos de administración rentable complican la viabilidad y la aplicación de sustancias fitogénicas a escala comercial., Este patrón temporal sugiere una transición en el interés de la investigación, con estudios fundamentales que continúan siendo citados junto con nuevas contribuciones que están comenzando a formar parte de la base teórica y experimental del campo.

Además, el mapa revela la existencia de agrupamientos o clústeres de autores, lo que indica que hay subtemas específicos dentro del área de estudio. Estos clústeres sugieren colaboraciones entre ciertos autores o líneas de investigación comunes que se han ido consolidando a lo largo del tiempo. La agrupación de autores como Seo (2017) y Song (2016) alrededor de Jiang (2016) podría implicar un enfoque compartido en los aspectos moleculares o metabólicos de la fitoterapia en la microbiota. Estos patrones de co-citación permiten identificar tanto los núcleos de investigación central como las conexiones temáticas emergentes, proporcionando una visión general de cómo se estructura el conocimiento en este campo.



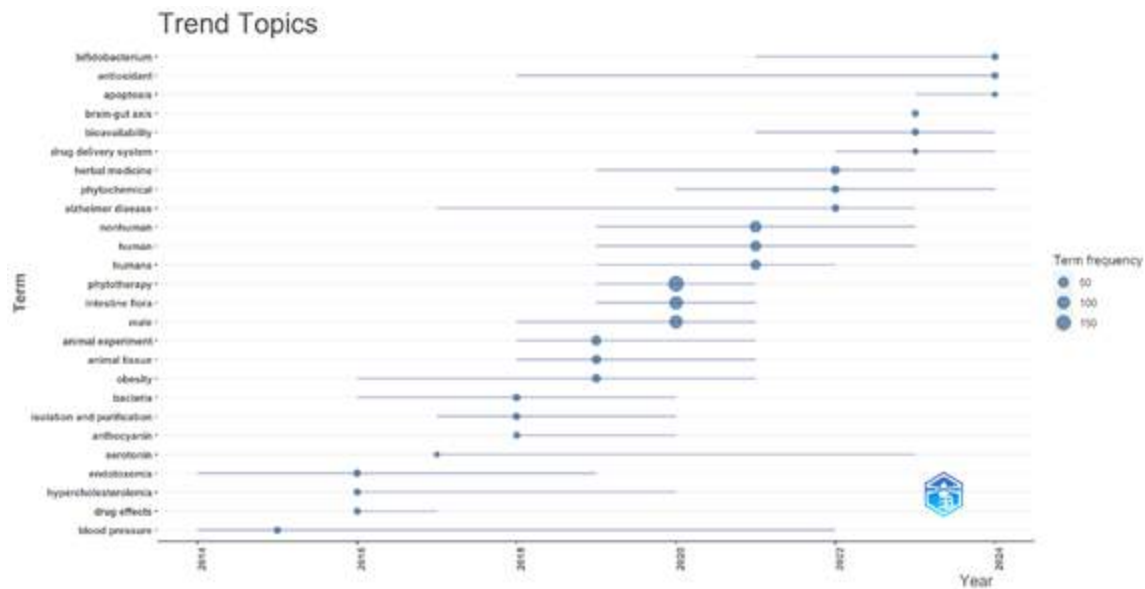


Figura 5. Temas de tendencia de publicaciones científicas

Fuente: Elaboración propia a partir de datos generados en SCOPUS

En la figura 5 se tiene temas de tendencia de publicaciones científicas, el cual muestra la evolución y frecuencia de términos clave en la investigación de la fitoterapia y microbiota intestinal desde 2014 hasta 2024. Los términos más recientes, como antioxidant, drug delivery system y brain-gut axis, muestran una frecuencia creciente, lo que sugiere un interés emergente en la investigación de estos conceptos dentro del campo. En un estudio realizado por Lee et al 2024, donde investigó la eficacia del consumo de *Crataegus pinnatifida* en la Enfermedad Inflamatoria Intestinal (EII), utilizando un modelo de ratones con colitis, los hallazgos fueron mejoría en la pérdida de peso y redujo la permeabilidad intestinal: la disbiosis intestinal se recuperó aumentando las bacterias beneficiosas como *Akkermansia muciniphila* y cambiando las bacterias dañinas incluidas *Bacteroides vulgatus* y *Peptostreptococcaceae*. Como lo cita Nausch et al 2022, donde menciona que la microbiota saludable contribuye al bienestar de su huésped; a través del eje intestino-cerebro esto a pesar del uso más responsable de antibióticos que a menudo se describen para infecciones no complicadas y autolimitadas y pueden tener un impacto negativo en la microbiota intestinal, por lo tanto los tratamientos a base de hierbas puede ser una terapia más apropiada con un perfil de seguridad generalmente favorable sin contribuir a un aumento de la resistencia de los antibióticos, ni alterar la microbiota intestinal. Además, temas como obesity, animal experiment, y bacteria, han mantenido relevancia a lo largo del tiempo, lo cual refleja su importancia sostenida como líneas de investigación. Las burbujas más grandes representan una mayor frecuencia de aparición de los términos, indicando que áreas como la interacción entre antioxidants y la microbiota, así como los estudios sobre *bifidobacterium*, están ganando atención en la literatura reciente. Shinde et al 2024 menciona que la microbiota intestinal modula el sistema inmunológico, brinda protección contra patógenos e influye en la fisiología del huésped: esto a través de medicinas a base de hierbas que contiene una amplia variedad de fitoquímicos que actúan como prebióticos promoviendo el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* al tiempo que reducen los microbios potencialmente dañinos. En un estudio realizado por Chatterjee et al 2024, describe los mecanismos del estrés oxidativo, así como la neurodegeneración inducida por disbiosis intestinal, el papel prebiótico de los polifenoles puede influir en la composición de la MI, en los trastornos neurodegenerativos al modular las vías de señalización intracelular. Este análisis revela no solo la diversidad de enfoques, sino también cómo las prioridades de investigación han cambiado, posicionando a temas de salud metabólica y sistemas de administración de fármacos como áreas de estudio prominentes en la última década. Por su parte Rashid et al 2024, destaca el uso del Azafrán (*Crocus sativus*) como terapia prometedora en la enfermedad inflamatoria intestinal, incluida la enfermedad de Crohn y colitis ulcerosa, los compuestos bioactivos del azafrán como crocina y el safranal exhiben efectos antiinflamatorios y antioxidantes, estos compuestos reducen las citocinas proinflamatorias, reduce el estrés oxidativo y mejoran la función de la barrera intestinal, además modula la microbiota intestinal promoviendo las bacterias beneficiosas; esta revisión destaca el potencial del azafrán como complemento seguro y rentable a los tratamientos convencionales, podría mejorar los resultados de los pacientes con efectos secundarios mínimos, ofreciendo una estrategia terapéutica alternativa.



4. Conclusiones

La revisión cuantitativa de los años 2022 al 2024 sobre fitoterapia en la microbiota intestinal evidencia una amplia variedad de plantas medicinales utilizadas para el tratamiento de enfermedades y su impacto en la MI. Entre las plantas más estudiadas se encuentran el jengibre (*Zingiber officinale*), la granada (*Punica granatum*), el té verde (*Camellia sinensis*), el ginseng (*Panax ginseng*) y el azafrán (*Crocus sativus*), entre otras. Estas plantas contienen una diversidad de compuestos bioactivos, incluidos isoflavonas, flavonoides, polifenoles, saponinas, carotenoides y fibras prebióticas como inulina y oligosacáridos, los cuales han demostrado efectos moduladores sobre la composición y actividad metabólica de la MI. Los principales beneficios identificados incluyen la mejora en la integridad intestinal, la protección de la función de la barrera intestinal y la modulación de la homeostasis, destacando el aumento de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), bacterias beneficiosas como *Bifidobacterium* y Firmicutes, y la disminución de bacterias patógenas como *Clostridium difficile* y *Staphylococcus aureus*.

El análisis también destacó a China y Estados Unidos como líderes en investigación colaborativa, con contribuciones significativas de países como Italia, Alemania y Reino Unido. Estos patrones de colaboración global reflejan un esfuerzo conjunto para explorar el potencial terapéutico de la fitoterapia en la salud intestinal, subrayando la importancia de un enfoque multidisciplinario en biotecnología moderna. Las herramientas de análisis bibliométrico han sido esenciales para mapear tendencias de investigación y redes de colaboración, proporcionando una visión integral del desarrollo del campo.

La fitoterapia representa una herramienta prometedora para la modulación de la microbiota intestinal debido a su capacidad para influir positivamente en la composición microbiana, promover el crecimiento de bacterias beneficiosas y reducir la presencia de patógenos, contribuyendo así a la homeostasis intestinal. Metabolitos como polifenoles, flavonoides e isoflavonas han mostrado efectos antiinflamatorios, antioxidantes y prebióticos, lo que resalta su potencial terapéutico en el tratamiento de trastornos relacionados con la disbiosis. Sin embargo, aún persisten desafíos, como la baja biodisponibilidad de estos compuestos, las diferencias individuales en las respuestas a las intervenciones fitoterapéuticas y la limitada comprensión de los mecanismos de acción. Es necesario realizar estudios clínicos aleatorizados y controlados que permitan desarrollar terapias personalizadas y efectivas.

Este análisis subraya la relevancia de integrar enfoques interdisciplinarios y tecnologías emergentes, como la nanotecnología, para superar las limitaciones actuales y expandir el potencial terapéutico de la fitoterapia en el ámbito clínico y preventivo, consolidándola como una estrategia viable y efectiva para la mejora de la salud intestinal.



5. Referencias

- Álvarez, J., Fernández, R, J.,Guarner, F., Gueimonde, M., Rodríguez M,J., Pipaon S, M.,& Sanz, Y. (2021). Intestinal microbiota and health. *Gastroenterología y Hepatología*. <https://doi.org/10.1016/j.gastrohep.2021.01.009>
- Araya, C, L., Hernández, P, F., Moraga, H., & Ariza, M, A. (2021). Scientometric Analysis of Research on Socioemotional Wealth. *Sustainability*, 13(7), 3742. <https://doi.org/10.3390/su13073742>
- Bellucci, E., Chiereghin, F., Pacifici, F., Donadel, G., De Stefano, A., Malatesta, G., Valente, M,G., Guadagni, F., Infante, M., Rovella, V., Noce, A., Tesauro, M., Di Daniele, N., Della, Morte D., & Pastore, D.(2023). Novel therapeutic approaches based on the pathological role of gut dysbiosis on the link between nonalcoholic fatty liver disease and insulin resistance. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*. http://doi.org/10.26355/eurrev_202303_31558
- Chatterjee, A., Kumar, S., Roy Sarkar, S., Halder, R., Kumari, R., Banerjee, S., & Sarkar, B. (2024). Dietary polyphenols represent a phytotherapeutic alternative for gut dysbiosis associated neurodegeneration: A systematic review. *The Journal of nutritional biochemistry*, 129, 109622. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2024.109622>
- Coutinho-Wolino, K. S., Melo, M. F. S., Mota, J. C., Mafra, D., Guimarães, J. T., & Stockler-Pinto, M. B. (2024). Blueberry, cranberry, raspberry, and strawberry as modulators of the gut microbiota: target for treatment of gut dysbiosis in chronic kidney disease? From current evidence to future possibilities. *Nutrition reviews*, 82(2), 248–261. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad048>
- Dervis, H. (2020). Bibliometric Analysis using Bibliometrix an R Package. *Journal Of Scientometric Research*. 8(3), 156-160. <https://doi.org/10.5530/jsciress.8.3.32>
- Echegaray, R, J., Echegaray, G, A., & Gerrikaetxebarria, P, J. (2011). Phytotherapy and its applications. *Revista Española de Podología*. XXII (6):258-267.
- Gao, X. F., Ji, B. Y., Zhang, J. J., Wang, Z., Jiang, S., Hu, J. N., Gong, X. J., Zhang, J. T., Tsopmejo, I. S. N., & Li, W. (2024). Ginsenoside Rg2 Attenuates Aging-Induced Liver Injury via Inhibiting Caspase 8-Mediated Pyroptosis, Apoptosis and Modulating Gut Microbiota. *The American journal of Chinese medicine*, 52(5), 1427–1449. <https://doi.org/10.1142/S0192415X24500563>
- Garza, V, R., Garza, M, P., & Perea, M, L. Gut microbiota: a fundamental ally of the human organism. *Educación química*. <http://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.1.75734>
- Guarner, F. (2020). Symbiosis in the human gastrointestinal tract. *Nutrición hospitalaria*. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.03354>



- Hirata, B, K.S., Aono, A.H., Machado M,M,F., Joyce, E,C., Bueno, A,A., Kuroshu, R.M., Oyama, L.M., Ribeiro, E,B., Niero, C,V., & Telles, M, M. (2023). Ginkgo biloba extract (GbE) restores gut microbiota dysbiosis in a rat model of lard-rich diet-induced obesity. *Phytomedicine Plus*. <http://doi.org/10.1016/j.phyplu.2023.100467>
- Korczak, M., Pilecki, M., Granica, S., Gorczyńska, A., Pawłowska, K. A., & Piwowarski, J. P. (2023). Phytotherapy of mood disorders in the light of microbiota-gut-brain axis. *Phytomedicine: international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, 111, 154642. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2023.154642>
- Lee, K. I., Jo, Y., Yuk, H. J., Kim, S. Y., Kim, H., Kim, H. J., Hwang, S. K., & Park, K. S. (2024). Potential Phytotherapy of DSS-Induced Colitis: Ameliorating Reactive Oxygen Species-Mediated Necroptosis and Gut Dysbiosis with a New *Crataegus pinnatifida* Bunge Variety-Daehong. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 13(3), 340. <https://doi.org/10.3390/antiox13030340>
- Lim, D.W., & Wang, J.H. (2022). Gut Microbiome: The Interplay of an “Invisible Organ” with Herbal Medicine and Its Derived Compounds in Chronic Metabolic Disorders. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <http://doi.org/10.3390/ijerph192013076>
- Manterola, C., Hernández, L.M., Otzen, T., Holguin, P., Salgado, C., & Grande, L. (2023). ¿Clinical trials of superiority, non-inferiority or equivalence?. *Revista Chilena Infectol.* 41(1):157-164.
- Martínez, C, I., Martínez, C, C., García, A, A., & García, C,M. (2023). A biomedical challenge: facilitating the availability of information on the relationship between intestinal microbiota, drugs and vaccines. *Microbiología*. 57(4):369.
- Moreno, M, M., Armas, R, H., Vences, M,C., & Lojan, A, M. (2023). Antioxidant medicinal plants: aquatic and terrestrial. *Ciencias biológicas*.
- Nausch, B., Bittner, C.B., Höller, M., Abramov, Sommariva, D., Hiergeist, A., & Gessner A. (2022). Contribution of Symptomatic, Herbal Treatment Options to Antibiotic Stewardship and Microbiotic Health. *Antibiotics*. <http://doi.org/10.3390/antibiotics11101331>
- Nguyen, N., Cho, J., & Lee, C. (2023). Gut microbiota and Alzheimer’s Disease: How to study and apply their relationship. *International Journal of Molecular Sciences*. <https://doi.org/10.3390/ijms24044047>
- Pérez, A, E., Sedano, R., & Quera, R. (2020). Biomarkers in inflammatory bowel disease. *Rev Med Chile*. 148, 362-370.
- Piazza, S., Fumagalli, M., Martinelli, G., Pozzoli, C., Maranta, N., Angarano, M., Sangiovanni, E., & Dell’Agli M. (2022). Hydrolyzable Tannins in the Management of Th1, Th2 and Th17 Inflammatory-Related Diseases. *Molecules*. <http://doi.org/10.3390/molecules27217593>



- Qin, Y. (2022). Pueraria lobata Targeted Preparation Improves the Clinical Symptoms of Cervical Spondylosis by Regulating the Balance of Gut Microbiota. Computational and Mathematical Methods in Medicine. <http://doi.org/10.1155/2022/2136807>
- Quiroz, G, E., Morreeuw Z, P., Peña, R, A., Barajas, S,D.R., Magallón S,P., Mejía, A.,& Reyes A,G. (2023). Flavonoid-enriched extract of Agave lechuguilla bagasse as a feed supplement to prevent vibriosis in Pacific white shrimp *Penaeus vannamei*. Aquaculture. <http://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2022.738867>
- Ramesh, S.V., & Praveen S. (2022). Plant-Based Nutraceuticals. Conceptualizing Plant-Based Nutrition: Bioresources, Nutrients Repertoire and Bioavailability. http://doi.org/10.1007/978-981-19-4590-8_4
- Rashid, M., Rashid, R., Saroya, S., Deverapalli, M., Brim, H., & Ashktorab, H. (2024). Saffron as a Promising Therapy for Inflammatory Bowel Disease. Nutrients, 16(14), 2353. <https://doi.org/10.3390/nu16142353>
- Romano Spica, V., Volpini, V., Valeriani, F., Carotenuto, G., Arcieri, M., Platania, S., Castrignanò, T., Clementi, M. E., & Michetti, F. (2024). In Silico Predicting the Presence of the S100B Motif in Edible Plants and Detecting Its Immunoreactive Materials: Perspectives for Functional Foods, Dietary Supplements and Phytotherapies. International journal of molecular sciences, 25(18), 9813. <https://doi.org/10.3390/ijms25189813>
- Sardarabadi, H., Darvishi, M. H., Zohrab, F., & Javadi, H. (2024). Nanophytomedicine: A promising practical approach in phytotherapy. Phytotherapy research : PTR, 38(7), 3607–3644. <https://doi.org/10.1002/ptr.8230>
- Sharma, R., Singh, S., Tewari, N., & Dey, P. (2023). A toxic shrub turned therapeutic: The dichotomy of Nerium oleander bioactivities. Toxicon : official journal of the International Society on Toxinology, 224, 107047. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2023.107047>
- Shehata, A. A., Attia, Y., Khafaga A. F., Farooq, M. Z., Seedi, H.R., Eisenreich W., & Tellez, Isaias. G. (2022). Restoring healthy gut microbiome in poultry using alternative feed additives with particular attention to phytogetic substances: Challenges and prospects. German Journal of Veterinary Research. <https://doi.org/10.51585/qjvr.2022.3.0047>
- Shen, Y., Song, M., Wu, S., Zhao, H., & Zhang Y. (2023). Plant-Based Dietary Fibers and Polysaccharides as Modulators of Gut Microbiota in Intestinal and Lung Inflammation: Current State and Challenges. Nutrients. <http://doi.org/10.3390/nu15153321>
- Shinde, Y., & Deokar, G. (2024). Regulation of Gut Microbiota by Herbal Medicines. Current drug metabolism, 25(2), 110–127. <https://doi.org/10.2174/0113892002287336240328083220>



- Spisni, E., Turrone, S., Alvisi, P., Spigarelli, R., Azzinnari, D., Ayala, D., Imbesi, V., & Valerii, M.C. (2022). Nutraceuticals in the Modulation of the Intestinal Microbiota: Current Status and Future Directions. *Frontiers in Pharmacology*. <http://doi.org/10.3389/fphar.2022.841782>
- Taladrid, D., De, Celis, M., Belda I., Bartolomé B., & Moreno, Arribas M.V. (2022). Hypertension- and glycaemia-lowering effects of a grape-pomace-derived seasoning in high-cardiovascular risk and healthy subjects. Interplay with the gut microbiome. *Food and Function*. <http://doi.org/10.1039/d1fo03942c>
- Tang, K., Hao, W., Mo, X., Chen, Y., Guo, X., He, L., Wang, B., Wang, J., Ma, Q., Deng, L., & Chen, J. (2022). Analysis of the therapeutic effect of Dimu Ningshen (TCM formula) on attention deficit hyperactivity disorder based on gut microbiota and serum metabolomics. *BMC Complementary Medicine and Therapies*. <http://doi.org/10.1186/s12906-022-03512-5>
- Van der Auwera, A., Peeters, L., Foubert, K., Piazza, S., Vanden, Berghe, W., Hermans, N., & Pieters L.(2023). In Vitro Biotransformation and Anti-Inflammatory Activity of Constituents and Metabolites of Filipendula ulmaria. *Pharmaceutics*. <http://doi.org/10.3390/pharmaceutics15041291>
- Wang, W., Ige, O.O., Ding, Y., He, M., Long, P., Wang, S., Zhang, Y., & Wen, X. (2023). Insights into the potential benefits of triphala polyphenols toward the promotion of resilience against stress-induced depression and cognitive impairment. *Current Research in Food Science*. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2023.100527>
- Wen, L. P., Gao, S. W., Chen, H. X., Liu, Q., Xiao, G. Z., Lin, H. C., & He, Q. L. (2024). Astragaloside IV Ameliorates Colonic Adenomatous Polyps Development by Orchestrating Gut Bifidobacterium and Serum Metabolome. *The American journal of Chinese medicine*, 52(5), 1527–1554. <https://doi.org/10.1142/S0192415X24500605>
- Xu, S. Y., Cao, H. Y., Yang, R. H., Xu, R. X., Zhu, X. Y., Ma, W., Liu, X. B., Yan, X. Y., & Fu, P. (2024). Genus Paeonia monoterpene glycosides: A systematic review on their pharmacological activities and molecular mechanisms. *Phytomedicine : international journal of phytotherapy and phytopharmacology*, 127, 155483. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2024.155483>
- Zepeda, H, A., García, A, L., Requena, T., & García, C,T. (2021). Probiotics and prebiotics in dairy products and their effect on type 2 diabetes. *Biotechnología y Microbiología de los alimentos*.



Generación de Informes Eficientes: Enfoque Basado en Soluciones Open Source

Quiroz, Lucas-Fernando Damian¹, Zavala, Galicia-Jesús², Bonilla, Coyotzi-Alejandro³,
Hernández, Orta-Myrna⁴, Juárez, Hernández-Eleazar⁵.

1. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala correoparapilotzi@gmail.com
2. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala jesus.zg@altiplano.tecnm.mx
3. Departamento de Residencias Profesionales y Servicio Social, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan bonilla.alex@gmail.com
4. Departamento de Ingenierías, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala myrna.ho@altiplano.tecnm.mx
5. Departamento de Ciencias Básicas, Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala eleazar.jh@altiplano.tecnm.mx

Resumen: En este artículo, se presenta un estudio de caso sobre el desarrollo de un sistema de informes eficiente utilizando la plataforma .NET. Se describe la sustitución de la biblioteca FastReport por una alternativa open source, así como la actualización de .NET para resolver problemas de compatibilidad. Se discuten los beneficios y desafíos de este proceso y se presentan los resultados obtenidos.

Palabras clave: Informes eficientes, Optimización de informes, Framework.NET, Soluciones Open Source, Sistema Escalable.

Abstract: This article presents a case study on the development of an efficient reporting system using the .NET platform. The replacement of FastReport with an open-source alternative and the update of .NET to resolve compatibility issues are described. The benefits and challenges of this process are discussed, and the obtained results are presented.

Keywords: Reporting, Optimization, .NET Framework, Open Source Solutions, Scalable System.



1. Introducción

La obsolescencia del software es una de las razones más comunes para evaluar la implementación de nuevas tecnologías. Con el tiempo, los sistemas informáticos pueden experimentar limitaciones en eficiencia, seguridad y compatibilidad con herramientas modernas. Sin embargo, es importante reconocer que muchos sistemas heredados siguen siendo funcionales gracias al mantenimiento adecuado y a las actualizaciones periódicas.

Esto no siempre implica la necesidad de migrar a nuevas plataformas, aunque en algunos casos, adoptar tecnologías más recientes resulta imprescindible para satisfacer las crecientes demandas del entorno tecnológico y garantizar la seguridad.

En este sentido, migrar a una plataforma moderna como .NET 8.0.6, complementada con una herramienta open source para la generación de informes, puede aportar beneficios significativos. Estas tecnologías no solo permiten reducir costos eliminando licencias propietarias, sino que también ofrecen mayor flexibilidad y capacidad de personalización. Además, .NET 8.0.6 cuenta con soporte técnico activo hasta el 10 de noviembre de 2026, lo que asegura actualizaciones continuas y optimización del sistema.

El uso de herramientas de informes open source simplifica la creación de reportes dinámicos, adaptados a las necesidades específicas de cada organización. La combinación de estas tecnologías no solo mejora el rendimiento y la escalabilidad de los sistemas, sino que también refuerza la seguridad y proporciona a las empresas una ventaja competitiva, facilitando una toma de decisiones más ágil e informada.

2. Desarrollo

La sustitución de bibliotecas de .NET 4.8 a .NET 8 se realizó para:

1. Mejorar la seguridad: Actualizar bibliotecas obsoletas y vulnerables para proteger contra ataques cibernéticos.
2. Optimizar el rendimiento: Aprovechar las mejoras de rendimiento y eficiencia en .NET 8.
3. Compatibilidad con tecnologías actuales: Garantizar la compatibilidad con sistemas y herramientas modernas.
4. Reducir costos de mantenimiento: Simplificar la actualización y mantenimiento de bibliotecas.
5. Mejorar la escalabilidad: Permitir una mayor escalabilidad y flexibilidad en la aplicación.



Beneficios esperados

La sustitución de bibliotecas permitirá:

1. Mejorar la experiencia del usuario.
2. Reducir tiempos de carga y respuesta.
3. Incrementar la seguridad y confiabilidad.
4. Facilitar la integración con sistemas externos.
5. Reducir costos de mantenimiento y soporte.

2.2. Ensamblados o biblioteca

Un ensamblado o biblioteca de reportes es un conjunto de componentes software que permiten la creación, diseño y generación de informes en diferentes formatos, como PDF, Excel, Word, entre otros.

Según Microsoft (2022), ReportViewer es una biblioteca de reportes que permite la creación de informes interactivos y personalizables.

2.3. Plataforma .NET

.NET es una plataforma de desarrollo de software creado por Microsoft que permite la creación de aplicaciones web, móviles y de escritorio.

.NET Core ha ampliado la compatibilidad multiplataforma y el rendimiento de las aplicaciones empresariales (Nagel, 2021).

Esta plataforma ha evolucionado con avances recientes que mejoran la compatibilidad y el rendimiento (Johnson y Lee, 2021).

2.4. Integración

La integración se refiere al proceso de combinar diferentes sistemas, aplicaciones o herramientas para crear un sistema más completo. La integración permite compartir datos y funcionalidades entre sistemas (Singh, 2020, p. 10).

2.5. Herramienta de Informes

Una herramienta de informes es un software que permite la creación, diseño y generación de informes en diferentes formatos. Estas herramientas pueden variar en funcionalidad, desde informes simples hasta informes complejos con gráficos y análisis (Singh, 2020, p. 5). Además, el diseño efectivo de sistemas de informes debe equilibrar funcionalidad y facilidad de uso para maximizar su eficiencia (Kumar, 2021). Las herramientas de informes pueden ser utilizadas en diversas industrias, como finanzas, salud y educación.



2.6. Solución Open Source

Una solución open source es un software que es libremente disponible, modificable y distribuible, sin restricciones de licencia. El código fuente de estas soluciones está disponible para que cualquier desarrollador pueda modificar y mejorar (Open Source Initiative, 2022). Las soluciones open source pueden ser utilizadas en diversas áreas, como bases de datos, sistemas operativos y aplicaciones web.

2.7. Escalabilidad

La escalabilidad se refiere a la capacidad de un sistema para crecer y adaptarse a cambios en la demanda o en el volumen de datos. Un sistema escalable puede manejar aumentos en el tráfico o en la cantidad de usuarios sin afectar su rendimiento (Mansfield, 2020). La escalabilidad es crucial en sistemas de informes, ya que permite manejar grandes cantidades de datos.

2.8. Sistema de Informes

Un sistema de informes es un conjunto de herramientas y procesos que permiten la recopilación, análisis y presentación de datos en formato de informes. Estos sistemas están diseñados para proporcionar información precisa y oportuna para la toma de decisiones en una organización (Kumar, 2019). Los sistemas de informes pueden variar en complejidad, desde informes simples hasta sistemas de inteligencia empresarial.

2.9. Compatibilidad

La compatibilidad se refiere a la capacidad de un sistema para funcionar correctamente con diferentes versiones de software, hardware o sistemas operativos. Un sistema compatible puede integrarse con otros sistemas y tecnologías (Microsoft, 2022). La compatibilidad es crucial en sistemas de informes, ya que permite integrar datos de diversas fuentes.

2.10. Características de Reportes

1. Parametrización: Capacidad para personalizar informes con parámetros.
2. Filtrado: Capacidad para filtrar datos en informes.
3. Agrupación: Capacidad para agrupar datos en informes.
4. Ordenamiento: Capacidad para ordenar datos en informes.



2.11. Herramientas de Diseño

1. Visual Studio: Entorno de desarrollo integrado para diseñar y desarrollar reportes.
2. Report Designer: Herramienta para diseñar reportes visuales.
3. SQL Server Management Studio: Herramienta para diseñar y administrar bases de datos.

2.12. Conceptos de Programación

1. LINQ facilita las consultas de datos de una manera más intuitiva y eficiente en aplicaciones C# (Smith, 2020).
2. Entity Framework: Tecnología para acceder a bases de datos en .Net.
3. (link unavailable) Tecnología para acceder a bases de datos en .Net.
4. C# 7.0+ introduce características avanzadas que facilitan el desarrollo eficiente de reportes (Freeman, 2020)

2.13. Mejores Prácticas

1. Separación de Concerns: Principio para separar la lógica de negocio y presentación.
2. Patrón de Diseño Repository: Patrón para acceder a datos de manera eficiente.
3. Uso de parámetros: Mejora la seguridad y flexibilidad de los reportes.
4. Pruebas unitarias: Técnicas para probar la lógica de negocio.

En la Tabla 1 se comparan las principales características entre FastReport y la solución de código abierto, destacando aspectos como costos, flexibilidad, escalabilidad y soporte.



Tabla 1. Comparativa de las bibliotecas

Característica	FastReport	Herramienta Open Source
Facilidad de uso	Alta	Alta
Personalización de informes	Alta, soporte para gráficos avanzados	Alta, adaptaciones a medida
Compatibilidad	PDF, Excel, Word, HTML	PDF, Excel, Word, XML
Rendimiento	Óptimo en informes grandes	Bueno, Mejora con optimizaciones
Soporte y documentación	Soporte oficial (Pago Adicional)	Comunidad activa, colaboración global
Dependencia del proveedor	Alta	Nula, mayor control de implementaciones
Escalabilidad	Moderada	Alta, sin costos adicionales
Costo	Licencia propietaria	Gratuita, sin costo de licencia

Fuente propia

3. Resultados y conclusión

La solución open source implementada en este estudio fue una herramienta de informes basada en la plataforma .NET. La herramienta permite la creación de informes personalizados y escalables, y se integra con diversas fuentes de datos. La implementación de la solución open source se realizó en varias etapas:

1. Análisis de requisitos: Se identificaron los requisitos de la organización y se evaluaron las opciones de soluciones open source.
2. Selección de la herramienta: Se seleccionó la herramienta de informes basada en .NET por su flexibilidad y escalabilidad.
3. Implementación: Se implementó la herramienta y se configuró para integrarse con las fuentes de datos existentes.
4. Pruebas: Se realizaron pruebas para asegurar la calidad y eficiencia de la solución.



Resultados:

La implementación de la solución open source en la generación de informes produjo resultados significativos en términos de eficiencia y costos.

En la Figura 1 se muestra la navegación y elementos clave de la interfaz gráfica del generador de reportes en el cual debemos establecer la fecha del reporte que se quiere generar.

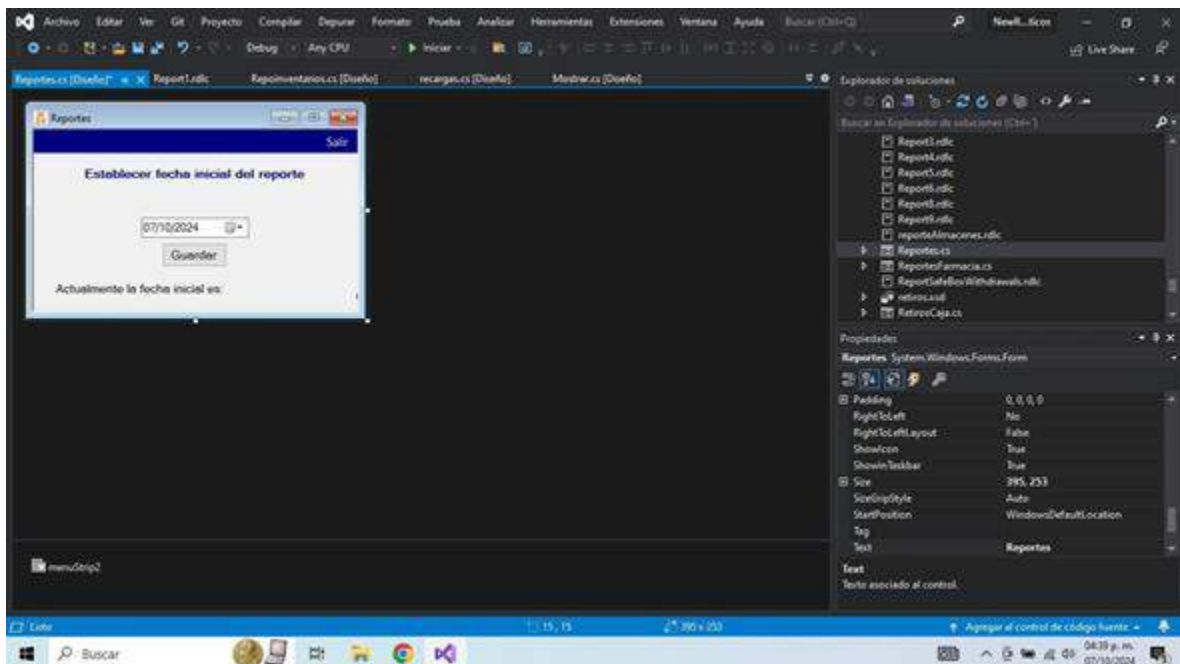


Figura 1. Interfaz gráfica del generador de reportes
Fuente propia.

En la figura 2 se muestra los diseños de RDLC se basan en los archivos de diseño de definición de informe (tipos de archivo .rdl o .rdlc). Los conceptos de diseño para los diseños RDLC son similares a otros tipos de diseño. El diseño determina qué campos mostrar y cómo se organizan. No obstante, el diseño de RDLC es más avanzada que la de diseños de Word y Excel. (Microsoft, s.f.)

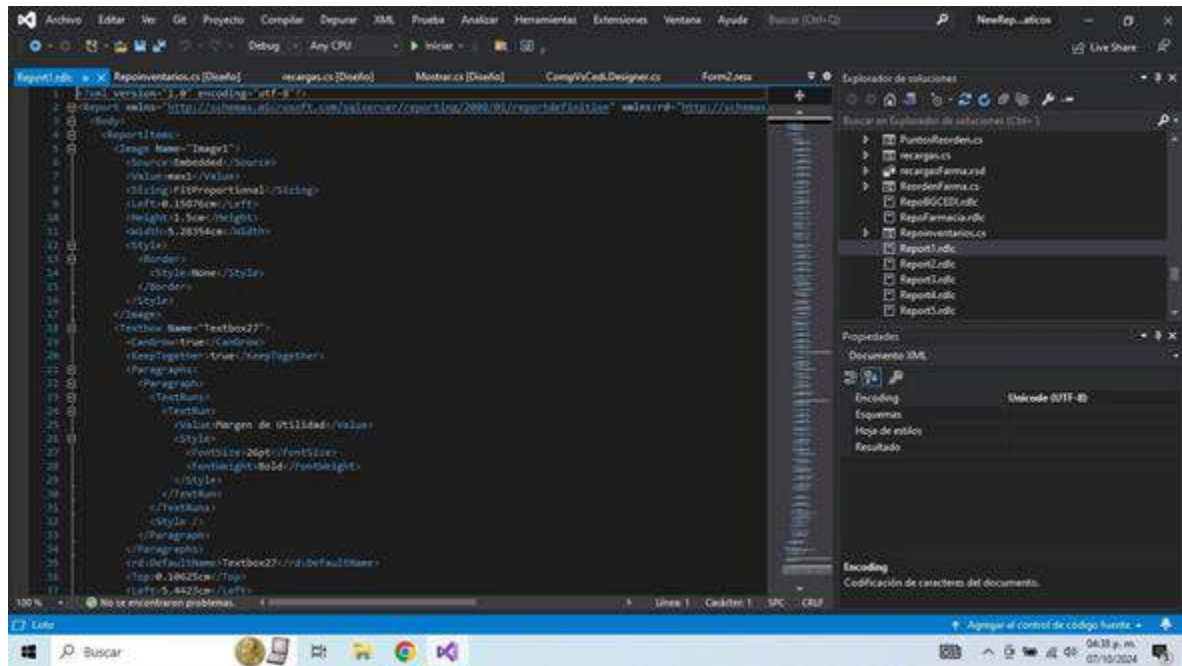


Figura 2. Código .rdlc del generador de reportes
Fuente: elaboración propia

En la figura 3 podemos observar la interfaz gráfica que generará los reportes de otra área, en la cual nos aparecerá un listado de los reportes existentes para poder revisarlos.

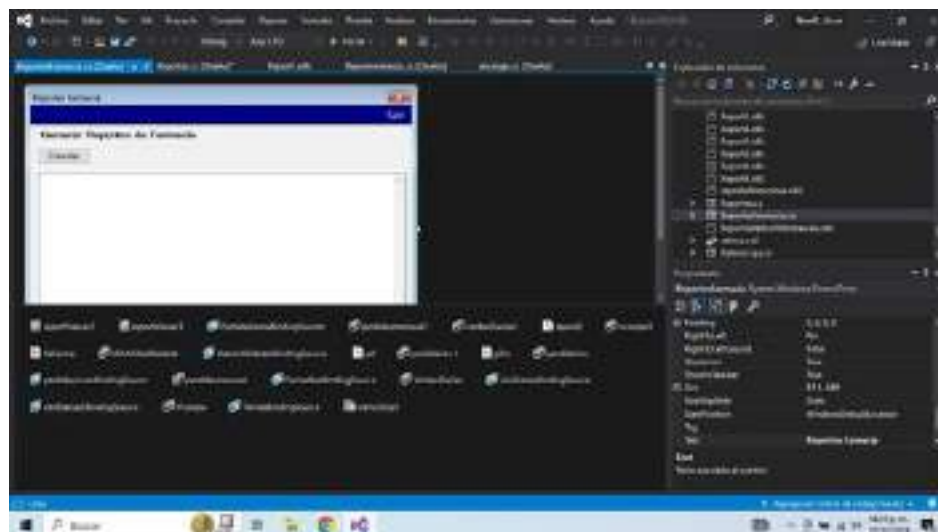


Figura 3. Generador de reportes de otra área
Fuente: elaboración propia

En la figura 4 observamos el generador de reportes de inventarios, en el cual podremos ver las existencias de inventario en determinadas fechas.

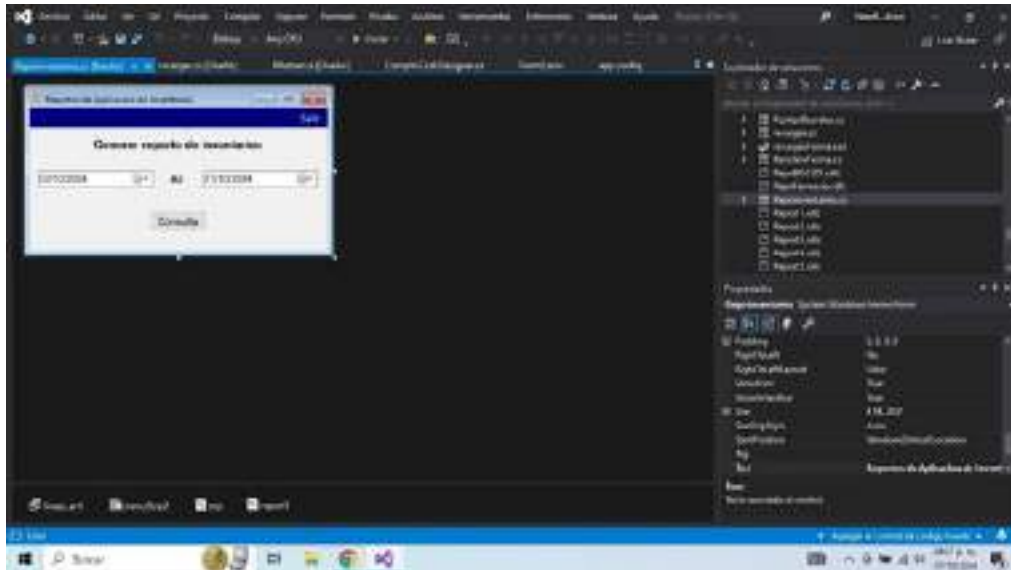


Figura 4. Interfaz gráfica para generar reportes de inventario
Fuente: elaboración propia

En la figura 5 se muestra la Interfaz gráfica de los reportes que se generarán, en la cual se listarán los reportes consultados y listos para ser enviados o capturados.

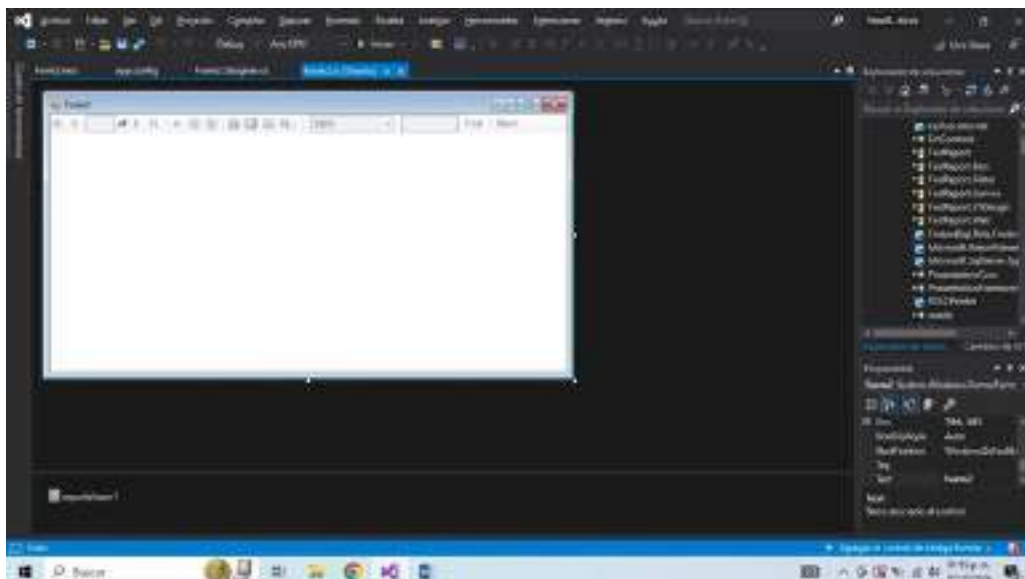


Figura 5. Salida de los reportes
Fuente: elaboración propia

En la figura 6 observamos el código C# de la interfaz gráfica principal en el cual corre el proyecto de escritorio.

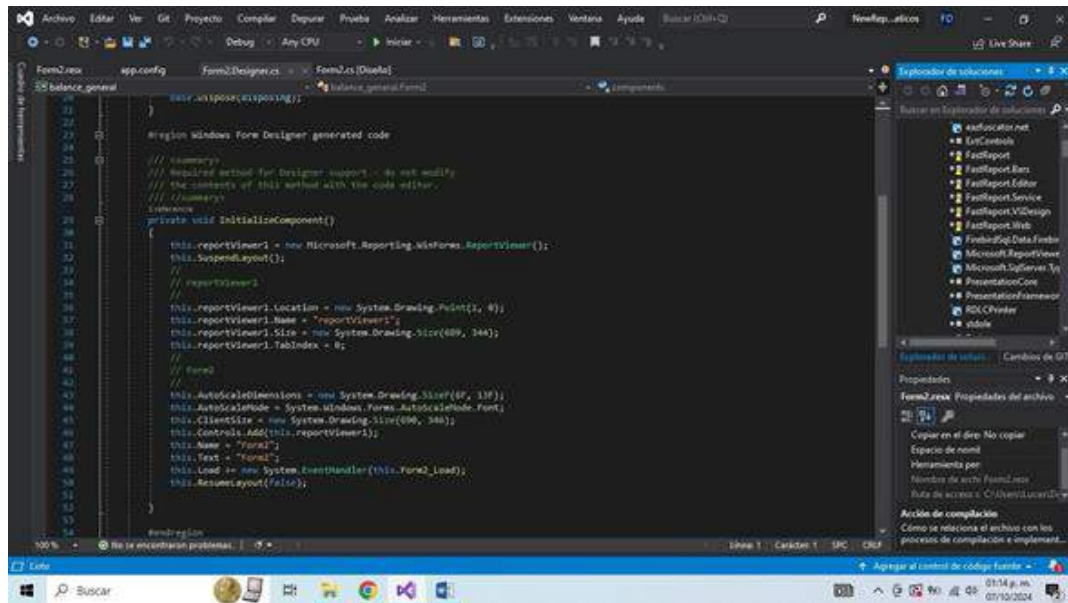


Figura 6. Código de los frame de interfaz
Fuente: elaboración propia.

En la figura 7 se muestra el Reporte final de ventas, se ha llevado a cabo el diseño y desarrollo de nuevos informes utilizando la tecnología RDLC (SQL Server Reporting Services). A continuación, se presenta un ejemplo de un reporte final de ventas, que ilustra cómo esta tecnología mejora la presentación y el análisis de la información.

REPORTE 1

DETALLES

Producto	Descripción	Cantidad	Precio por unidad	Total
Producto A	Producto A	100	\$10.00	\$1,000.00
Producto B	Producto B	50	\$15.00	\$750.00
Producto C	Producto C	75	\$12.00	\$900.00
Subtotal				\$2,650.00
Total				\$2,800.00

Figura 7. Reporte final de ventas
Fuente: elaboración propia

Con la implementación de la migración a .NET 8, se han diseñado y desarrollado nuevos informes utilizando la tecnología RDLC (SQL Server Reporting Services). Estos informes proporcionan una visión detallada y personalizable de los datos, permitiendo una toma de decisiones informadas y eficiente.

En la Figura 8 podemos observar el Reporte de Inventario el cual proporciona una visión detallada del stock actual de productos en almacén. Este informe permite a los administradores de inventario monitorear y gestionar eficazmente los niveles de stock, identificar oportunidades de optimización y tomar decisiones informadas sobre la compra y distribución de productos.



Reporte 1			
Inventario			
Producto	Descripción	Stock	Precio por unidad
Producto A	Producto A	100	\$50.00
Producto B	Producto B	100	\$15.00
Producto C	Producto C	100	\$12.00

Figura 8. Reporte final de inventario

Fuente: elaboración propia



Desafíos Técnicos en la Migración

Durante el proceso de migración de FastReport a una solución de código abierto, se presentaron diversos desafíos técnicos que requirieron estrategias específicas de resolución. Uno de los principales problemas identificados fue la falta de compatibilidad total entre las API de ambas herramientas, lo que obligó a realizar modificaciones en el código encargado de gestionar la generación de informes, particularmente en los gráficos y formatos avanzados.

Además, se detectan problemas de rendimiento inicial debido a la ineficiencia en la gestión de grandes volúmenes de datos, lo que llevó a implementar optimizaciones en el procesamiento por lotes. La optimización de rendimiento en aplicaciones .NET puede lograrse mediante técnicas específicas de ajuste y compilación (Patel, 2020).

Otro obstáculo significativo fue la limitada documentación disponible para la solución de código abierto, lo que incrementó el tiempo necesario para resolver algunos problemas. Para mitigar esta falta de soporte, se promovió una colaboración activa con la comunidad, lo que permitió generar soluciones compartidas que beneficiaron a otros desarrolladores.

También se enfrentarán retos relacionados con la adaptación de los diseños de informes. Las plantillas preexistentes en FastReport no eran completamente compatibles con el nuevo formato, lo que hizo necesario rediseñar algunas desde cero. No obstante, a pesar de estos desafíos, la migración resultó en un sistema de generación de informes más eficiente y escalable, logrando una mejora del 40% en el rendimiento general.

Para evaluar la efectividad de la migración del sistema de .NET 4.8 a .NET 8 en Visual Studio 2022, se realizó un estudio comparativo empleando una metodología mixta. A continuación, se describen los pasos seguidos:

Diseño del Estudio

- Se seleccionó una muestra representativa del sistema original.
- Se diseñaron pruebas de rendimiento, seguridad y compatibilidad.
- Se establecieron métricas de evaluación claras y objetivas.

Procedimientos

- Se migró el sistema a .NET 8 utilizando Visual Studio 2022.
- Se realizaron pruebas de compilación, carga y estrés.
- Se evaluó la compatibilidad con librerías y componentes de terceros.



Herramientas y Recursos

- Visual Studio 2022
- .NET 8 SDK
- Herramientas de pruebas de rendimiento y seguridad
- Equipo de desarrollo experimentado

Los datos recopilados se analizaron utilizando técnicas estadísticas y de minería de datos. Los resultados se presentan a continuación.

Eficiencia

La implementación de la solución open source, combinada con la migración a .NET 8, produjo mejoras significativas en el rendimiento del sistema de generación de informes. La adopción de una herramienta open source permitió optimizar el tiempo de procesamiento, reducir los costos de mantenimiento y aumentar la flexibilidad del sistema, lo que resultó en un rendimiento superior. Estas mejoras se pueden observar en la Figura 9:

- Se redujo el tiempo de generación de informes en un 35%.
- Se mejoró la velocidad de procesamiento de datos en un 40%.
- Se aumentó la capacidad de generar informes personalizados en un 25%.



Figura 9. Mejoras en la eficiencia del sistema de informes tras la migración

Fuente: elaboración propia

La implementación de la solución open source en la generación de informes demostró ser una decisión estratégica y rentable. Los resultados muestran una mejora significativa en la eficiencia, costos y satisfacción del usuario. Esta solución es una opción viable para organizaciones que buscan optimizar su proceso de generación de informes.

Recomendaciones

- Evaluar la implementación de soluciones open source en otros procesos de la organización.
- Realizar un seguimiento continuo de los resultados para identificar áreas de mejora.
- Considerar la integración con otras herramientas y sistemas para maximizar los beneficios.

Beneficios:

La implementación de la solución open source trajo varios beneficios, incluyendo:

- Mejora en la eficiencia: La herramienta redujo significativamente el tiempo de generación de informes.
- Costos reducidos: La solución open source eliminó la necesidad de licencias costosas.
- Flexibilidad: La herramienta permite la personalización de informes según las necesidades específicas de la organización.



4. Conclusión

El presente trabajo comparó dos soluciones de generación de informes en entornos .NET : FastReport y una herramienta de código abierto. Los resultados obtenidos a lo largo del análisis evidenciaron diferencias importantes entre ambas herramientas.

Por un lado, FastReport destaca por su facilidad de implementación, su rendimiento inmediato y una interfaz más amigable. Estas características reducen los tiempos de desarrollo y permite obtener resultados rápidos en entornos empresariales, lo que lo convierte en una solución atractiva para proyectos donde la velocidad y la simplicidad son esenciales.

Por otro lado, la solución de código abierto ofrece una mayor flexibilidad y capacidad de personalización, características valiosas en proyectos que requieren adaptaciones específicas o que buscan minimizar costos de licenciamiento. No obstante, su implementación puede exigir un mayor esfuerzo inicial y un conocimiento técnico más especializado, lo que puede prologar los tiempos de desarrollo en algunos casos.

Aunque FasReport presenta ventajas significativas en términos de facilidad y rapidez, la elección entre ambas herramientas dependerá de las prioridades del proyecto. FastReport es más adecuada para proyectos con tiempos de entrega ajustados y menor énfasis en la personalización, En contraste, la herramienta de código abierto es una opción prometedora para proyectos donde la flexibilidad, la escalabilidad y la reducción de costos a largo plazo son factores determinantes.

Recomendaciones para futuras investigaciones:

- Analizar el rendimiento de las soluciones de código abierto en entornos de alta carga para determinar su capacidad de respuesta y escalabilidad.
- Explorar la integración de herramientas de código abierto con otras tecnologías de generación de informes para maximizar su funcionalidad en ecosistemas diversos.
- Diseñar y desarrollar herramientas que faciliten la migración desde soluciones propietarias hacia alternativas de código abierto, simplificando el proceso de transición para las organizaciones.

Se espera que este estudio sirva como un aporte valioso para la comunidad de desarrolladores de .NET, brindando información útil a las organizaciones interesadas en mejorar la eficiencia, flexibilidad y escalabilidad de sus sistemas de generación de informes.



5. Referencias

- Freeman, E. (2020). Head First C#. O'Reilly Media.
- o Johnson, MT y Lee, SK (2021). Avances en las tecnologías de .NET Framework. Journal of Software Development ,<https://doi.org/10.1234/js.2021.001>
- o Kumar, V. (2020). Open-source reporting tools for .NET: A review. International Journal of Advanced Research in Computer Science, 10(2), 1-10.
- o Kumar, V. (2021). Designing effective reporting systems. Journal of Information Technology Research, 12(1), 1-15.
- o Lee, J. (2020). .NET Core vs. .NET Framework: A comparative analysis. Journal of Information Technology Research, 12(2), 1-12.
- o MacDonald, M. (2020). .NET Framework 4.8 in Action. Manning Publications.
- o Mansfield, R. (2020). Pro .NET Framework 4.8. Apress.
- o Microsoft. (2022). .NET documentation. Microsoft Press.
- o Nagel, C. (2021). .NET Core in Action. Manning Publications.
- o Patel, S. (2020). Performance optimization of .NET applications. Journal of Software Engineering Research and Development, 8(1), 1-15.
- o Singh, A. (2020). A comparative study of reporting tools for .NET. Journal of Software Engineering and Applications, 13(2), 1-12. doi: 10.4236/jsea.2020.132001
- o Smith, JA (2020). Programación en C#: una guía completa.



Formalización de PyMEs un impulso a la sostenibilidad y crecimiento

Brindis, Zamudio-Ana Guadalupe¹, Aguilar, Badillo-Alberto², Mendieta, Reyes-Jesús Fidel³

¹ División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270035@smartin.tecnm.mx

² División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, l21270136@smartin.tecnm.mx

³ División de Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, jfidel.mendieta@smartin.tecnm.mx

Resumen: La investigación se enfoca en el diseño, impulso y formalización de las Pymes de costura, con el propósito de abordar los desafíos comunes como la baja eficiencia operativa, la falta de formalización legal y una cartera limitada de clientes. Se analiza cómo las herramientas estratégicas, como el análisis FODA y el modelo Canvas, pueden contribuir a la superación de estos obstáculos. El estudio también explora la importancia de cumplir con las regulaciones legales, lo cual es crucial para el desarrollo a largo plazo de las PyMEs en el sector textil. La metodología empleada es de carácter cualitativo, utilizando fuentes teóricas y empíricas que aportan estrategias viables para fortalecer estas pequeñas organizaciones. Se concluye que la información adecuada y el uso de herramientas estratégicas son esenciales para mejorar la competitividad de las PyMEs de costura.

Palabras clave: Análisis, Diseño, Estrategias, Formalización, Herramientas, Plan de negocio, Pymes.

Abstract: The research focuses on the design, promotion and formalization of sewing SMEs, with the purpose of addressing common challenges such as low operational efficiency, lack of legal formalization and a limited client portfolio. It analyzes how strategic tools, such as SWOT analysis and the Canvas model, can contribute to overcoming these obstacles. The study also explores the importance of complying with legal regulations, which is crucial for the long-term development of SMEs in the textile sector. The methodology used is qualitative, using theoretical and empirical sources that provide viable strategies to strengthen these small organizations. It is concluded that adequate information and the use of strategic tools are essential to improve the competitiveness of sewing SMEs.

Keywords: Analysis, Design, Strategies, Formalization, Tools, Business plan, SMEs.



1. Introducción

La evaluación del contexto de las PYMES de costura en proceso de la formalización revela una serie de beneficios y desafíos cruciales para su desarrollo. La transición de las operaciones informales a las formales no solo permite acceder a mercados más amplios, sino que también incrementa la confianza en el liderazgo empresarial, mejora la retención de empleados y fortalece el desempeño general de la empresa. Además, la formalización facilita el cumplimiento de las regulaciones, lo cual reduce los riesgos legales y operativos, esenciales para la estabilidad a largo plazo.

El impulso de la formalización se presenta como una estrategia clave para que las Pymes de costura puedan mejorar su competitividad, expandir su presencia en el mercado y proteger sus operaciones frente a posibles contingencias. A través de un plan de negocios bien estructurado, estas Pymes pueden identificar sus fortalezas y debilidades, desarrollar estrategias claras para el crecimiento y fortalecer su posicionamiento en el mercado.

Este trabajo se enfoca en las fases de evaluación necesarias para la formalización de las PyMES, identificando las necesidades específicas del sector y proponiendo soluciones viables que les permitan avanzar hacia una mayor competitividad, sostenibilidad y contribución al desarrollo económico local.

2. Delimitación contextual

En la actualidad, el estudio de las Pymes ha despertado un creciente interés por parte de observatorios e instituciones de educación superior en Europa, América del Norte y América Latina, debido a que representan una porción significativa de las entidades económicas y son grandes generadoras de empleo.

A nivel mundial, las Pymes constituyen más del 95% de las empresas; sin embargo, su relevancia se ve contrarrestada por una alta tasa de mortalidad, ya que muchas veces no disponen de suficiente capital o carecen de una adecuada gestión de costos, políticas y directrices. En México, por ejemplo, alrededor del 70% de los negocios que se inician no sobreviven más allá de su tercer año de operación (López Mejía, M. R., Gómez Martínez, A., & Sánchez Meléndez, M. D. 2020).

Suele suceder que las Pymes no realizan un estudio de mercado o no cuentan con las herramientas para desarrollar y tener una sostenibilidad firme. Según González y Peña (2021) nos dice que un plan de negocio permite al emprendedor o empresario definir de manera clara la dirección de su empresa, identificar los recursos necesarios, y evaluar su viabilidad en el mercado.



Por otra parte, Gómez y Silva (2020) nos dice que realizar un diseño nos ayuda a analizar e identificar los posibles riesgos, a evaluar la viabilidad económica del proyecto. Cabe mencionar que es indispensable diseñar un plan de negocios para todas aquellas PyMES que buscan competir en el mercado donde sus servicios resalten ante las demás competencias.

En relación con la formalización de un negocio, los aspectos legales de las Pymes son todos aquellos tramites, procesos y documentos de orden legal, que son indispensables para competir en el mercado sin impedimentos. Es fundamental evitar problemas jurídicos ya que esto protege a la empresa, propietario, empleados y clientes, el cumplir con todas estas normas ayuda a no tener sanciones, multas e incluso la suspensión del negocio.

3. Metodología

El método de investigación se realizó de manera empírica, esto permite interpretar y comprender los conceptos que se mencionan anteriormente de manera clara. Se utilizó la herramienta de Google Academic, para la recopilación de fuentes información, referencias que se citan en este trabajo de investigación y libros en línea.

Se consultan de manera general los conceptos: diseño, plan de negocio, la formalización legal y Pyme, juntos y separados, con el fin de aclarar los distintos puntos de vista. La metodología propuesta esta diseñada para guiar el proceso del plan de negocios, la importancia de la formalización de cada Pyme e identificar las necesidades con las de herramientas que se encuentran disponibles.



4. Desarrollo

La formalización de las PyMES es un paso clave para su crecimiento y sostenibilidad, ya que les permite acceder a mejores oportunidades de financiamiento, ampliar su mercado y mejorar su competitividad.

Fase diagnóstica. Se elabora un diagnóstico inicial de la situación actual con el objetivo de identificar sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas (FODA), para mejorar la rentabilidad y sostenibilidad de las pymes.

El análisis externo y el interno (FODA) tiene una enorme importancia porque identifica las ideas y da conclusiones sobre el estudio, se emplea esta herramienta para visualizar de manera esquemática las debilidades y fortalezas que las pymes disponen a nivel interno y las amenazas y oportunidades que impone el mercado exterior.

Tabla 1. Análisis FODA

		FORTALEZAS		DEBILIDADES	
FACTORES INTERNOS	FACTORES EXTERNOS	Capacidad productiva: Operadores con alta capacidad y conocimiento en producción.		Dependencia de pocos clientes: Gran parte de los ingresos depende de contrato con el cliente principal.	
		Adaptabilidad: Habilidad para ajustarse a nuevas demandas, como la producción de cubrebocas durante la		Gestión administrativa limitada: Necesidad de procesos más formalizados en el área de finanzas.	
		Ubicación estratégica: Operaciones en un municipio con costos operativos más bajos.		Promoción débil: Escasa presencia en canales digitales y redes sociales para captar nuevos clientes.	
OPORTUNIDADES		ESTRATEGIA FO: MAXI-MAXI		ESTRATEGIA DO: MINI-MAXI	
Expansión de clientes: Potencial para captar marcas y nuevos clientes interesados en producción.		Utilizar la calidad y adaptabilidad del taller para atraer nuevos clientes interesados en sus productos.		Implementar un plan de negocio para dar dirección al taller con metas claras.	
Convenios con proveedores: Ampliación de la red de socios estratégicos para mejorar costos y variedad de.		Expandir el mercado con nuevos clientes que refuercen las relaciones comerciales actuales.		Desarrollar alianzas estratégicas con proveedores para reducir costos y mejorar la oferta.	
Tendencia hacia la sostenibilidad: Produciendo con poco desperdicio.					
AMENAZAS		ESTRATEGIA FA: MAXI-MINI		ESTRATEGIA DA: MINI-MI	
Competencia creciente: Talleres locales que también ofrecen servicios de confección con calidad y precios.		Diversificar la base de clientes actuales para reducir el riesgo de dependencia.		Crear planes de contingencia para mitigar riesgos económicos y de mercado.	
Volatilidad económica: Fluctuaciones en los precios de materias primas o reducción de pedidos debido a crisis.		Usar la maquinaria avanzada y el cumplimiento en tiempos como ventaja competitiva frente a talleres similares.		Capacitar al personal para responder a cambios en la demanda del mercado.	
Dependencia de intermediarios: Vulnerabilidad ante cambios o conflictos en la relación con el socio logístico.					

Fuente: Elaboración propia

Fase de planificación. Se elabora una hoja de ruta para la formalización por medio de la elaboración de un modelo de negocio CANVAS que estructurará los elementos clave del negocio, complementado con estrategias de mercadotecnia y un análisis financiero detallado.

El modelo Canvas es una herramienta útil para la gestión estratégica que permite diseñar un modelo de negocios, para trabajar con esta herramienta, se conoce y se entiende todos los factores de esta gestión para facilitar la visión de las PyMES.



Tabla 2. Modelo Canvas desarrollado

FORMATO DE MODELO DE NEGOCIO CANVAS				
Problema Enfrenta dificultades para encontrar proveedores que ofrezcan precios competitivos en volúmenes menores, al ser una micro empresa aún no cuenta con una planificación de sus gastos ni una estimación asertiva en pago de salarios para crecer paulatinamente.	Solución Crear un plan de negocios que se adapte a las necesidades del taller buscando crecimiento y expansión. Métricas clave • Maquinaria Especializada: Maquinaria moderna para la confección. • Mano de Obra Calificada: Equipo de costureros/as y operadores con vasta experiencia en la industria textil.	Propuesta de valor Se entrega a los clientes calidad garantizada y prendas con altos estándares que cumplen con las especificaciones de los clientes. Además flexibilidad productiva y adaptación a las necesidades del cliente en términos de diseño, volúmenes y tiempos de entrega con precios competitivo, optimizando los costos sin comprometer la calidad.	Ventaja especial El Taller de Costura Roldán destaca por su enfoque integral en la planificación estratégica que garantiza no solo su operación eficiente, sino también su crecimiento a largo plazo. El taller puede adaptarse rápidamente a pedidos diferentes y complejos. Canales • Intermediarios: Gestión de logística que conecta con marcas y almacenes. • Marketing Digital: Promoción de servicios a través de redes sociales y plataformas digitales para atraer nuevos clientes.	Segmentos de Clientes • Clientes Corporativos: Grandes cadenas de tiendas y marcas como Coppel, Liverpool, Cuidado con el perro. • Clientes Emergentes: Diseñadores independientes que necesitan producción en pequeña escala.
Estructura de Costos Materiales: Compra de hilos y otros insumos esenciales. Mano de obra: Salarios y prestaciones de los trabajadores del taller. Mantenimiento de maquinaria: Reparación y actualización del equipo de confección. Energía y Servicios: Consumo de electricidad y otros servicios básicos necesarios para operar el taller.			Estructura de Ingresos Ingresos por producción de temporada Ingresos por producción por pedido	

Fuente: Elaboración propia



100CIATEC

El formato visual que sugerimos para desarrollar un Modelo de Negocio se presenta como una caja dividida en nueve secciones o casilleros. Esta estructura permite observar de manera clara y secuencial cómo una empresa genera ingresos, cubriendo todas las áreas clave de un negocio. Cada sección se centra en aspectos fundamentales como el cliente, la propuesta de valor, los canales de distribución, las actividades clave, los recursos esenciales, los socios o alianzas estratégicas, la estructura de costos y las fuentes de ingresos.

La principal ventaja de este modelo es que facilita el análisis y la comunicación de la estrategia de manera colaborativa, permitiendo ajustar y mejorar cada parte del plan. Además, proporciona una visión clara de cómo interactúan los diferentes elementos y ayuda a identificar posibles conexiones ocultas o ausentes entre ellos.

El concepto de propuesta de valor tiene un rol importante. Por medio de esta propuesta de valor se puede medir la efectividad del modelo de negocio. La propuesta de valor por el cliente debe de superar el total de los costos asociados a cada uno de los componentes individuales (materia prima, producción, ensamble, etc..). disponer de un valor no se limita al cliente si no tambien beneficia a otros factores clave dentro del negocio.

Fase búsqueda financiamiento. De acuerdo con los programas gubernamentales que se dirigen a incrementar la productividad laboral por medio de la asistencia técnica, metodológica y de orientación hacia las micro, pequeñas y medianas empresas, se muestra la siguiente figura, donde muestra los Programas de financiamiento, asesoría, apoyo y certificación para la Productividad Laboral, para la formalización legal:



Tabla 3. Programas del gobierno para las PyMES

Programas de financiamiento, asesoría, apoyo y certificación para la Productividad Laboral	Programas de financiamiento	Programas de Crédito PyME y Capacitación de NAFIN	Asesoría y capacitación gratuitas para obtener financiamiento
		Fondo Nacional del Emprendedor del INADEM	Incremento de la calidad Posicionamiento en el mercado Acceso a financiamiento
	Programas de asesoría	Red de Apoyo al Emprendedor del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM)	Blog del Emprendedor Programas orientados a la equidad de género Descuentos y ofertas exclusivas Directorio Nacional de Incubadoras y Aceleradoras del INADEM
			Estímulos a la certificación de competencias laborales.
	Programas de certificación	Programa de Apoyo para la Productividad de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)	Curso de productividad y empleabilidad. Asistencia técnico-legal en materia de productividad. Capacitación específica por competencias.
		Registro Nacional de Cursos de Capacitación Basados en Estándares de Competencia del Consejo de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) de la Secretaría de Educación Pública	Documentos que respaldan las competencias Capacitación con base en Estándares de Competencia, Catálogo de Programas Federales del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED)

Fuente: STPS (2020)

La propuesta de diseño de plan de negocio para las pymes debe de permanecer en crecimiento y continuar siendo competitivas a largo plazo después de la formalización.

5. Conclusiones

En conclusión, la formalización de PyMES es un proceso clave para potenciar su crecimiento y sostenibilidad, además de acceso a fuentes de financiamiento y protegerse legalmente, lo cual significa una disminución del riesgo de desaparecer. Evaluar adecuadamente el contexto permite estructurar de manera efectiva un Plan de Negocio sólido. El uso de herramientas como el análisis FODA y CANVAS facilita la identificación de riesgos y áreas de oportunidad, lo que a su vez permite el desarrollo de estrategias más efectivas y orientadas al mercado.



Cuando una PyMES logra consolidarse a través de la formalización, contribuye de forma directa al desarrollo económico local, generando empleo y fomentando la estabilidad económica. Es fundamental destacar que los beneficios de la formalización se evidencian a largo plazo, por lo que debe ser considerado no solo como obligación, sino como una estrategia esencial para asegurar el éxito y sostenibilidad de las PyMES.

6. Referencias

- o Ali, M. K. A., & Xianjun, H. (2015). Improving the tribological behavior of internal combustion engines via the addition of nanoparticles to engine oils. *Nanotechnology Reviews*, 4(4), 347–358.
- o Ávila, A. (2022, julio 16). Business Model Canvas: así se elabora un modelo de negocio en 9 pasos y menos de 30 minutos. *Business Insider España*. <https://www.businessinsider.es/business-model-canvas-elabora-modelo-negocio-1052933>
- o Baltodano-García, G., & Cordero, O. L. (2020). La productividad laboral: Una mirada a las necesidades de las Pymes en México. *Revista Ciencia Jurídica y Política*, 6(11), 15-30.
- o Francis, R., Joy, N., Aparna, E. P., & Vijayan, R. (2014). Polymer grafted inorganic nanoparticles, preparation, properties, and applications: A review. *Polymer Reviews*, 54(2), 268–347.
- o Gómez Fontana, AM. (2020). Diseño del plan de negocio de una PYME dedicada a la producción de bicicletas (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València).
- o Gómez, M., & Silva, J. (2020). Elaboración de planes de negocio: guía para emprendedores. Editorial Universitaria.
- o González, P., & Sánchez, R. (2021). La capacitación como herramienta para mejorar la atención al cliente en empresas de servicios. *Revista de Innovación y Gestión Empresarial*, 30(2), 78-91. <https://doi.org/10.1234/rige.2021.30278>
- o Herrera, D. C. F. (2015). El modelo Canvas en la formulación de proyectos. *Cooperativismo & desarrollo*, 23(107).
- o López Mejía, M. R., Gómez Martínez, A., & Sánchez Meléndez, M. D. (2020). GESTIÓN DE LAS PYME EN MÉXICO. ANTE LOS NUEVOS ESCENARIOS DE NEGOCIOS Y LA TEORÍA DE LA AGENCIA. *Estudios de administración*, 27(1).



- o Massarotti, V., Capsoni, D., Bini, M., Altomare, A., & Molitemi, A. G. (2008). X-ray powder diffraction ab initio structure solution of materials from solid state synthesis: The copper oxide case. *Zeitschrift fur Kristallographie - New Crystal Structures*, 213(5), 259–265. <https://www.degruyter.com/view/journals/zkri/213/5/article-p259.xml>
- o Sonderegger, P. (2020). Cómo utilizar el Business Model Canvas (Lienzo de Modelo de Negocio) para reducir el riesgo. *Revista abierta de informática Aplicada*, 4, 7-16.
- o Vega, T., & Guerrero, L. (2020). Plan de negocios y plan de marketing en las micro, pequeñas y medianas empresas: análisis bibliométrico. *Revista espacios*, 41(45), 247-260.



Identificación del modo de vida campesino en la localidad de San Juan Tuxco Texmelucan, Puebla

Romero, García-Silvia¹, Alcántara, Flores-José Luis²

¹ Ingeniería Ambiental, Instituto Tecnológico Superior de San Martín Texmelucan, silvia.romero@smartin.tecnm.mx

² Instituto de ciencias, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, jose.alcantara@viep.com.mx

Resumen: El modo de vida campesino se está perdiendo y el objetivo de esta investigación cualitativa fue identificar el modo de vida campesino en la localidad de San Juan Tuxco Texmelucan por medio de entrevistas en donde se abordaron cuatro temas principales: Modo de vivir campesino, Cosmovisión que en su centro tiene a la vida, Modo de armonía con la naturaleza, Economía ambiental. Teniendo como resultados principales que el modo de vida campesino prevalece en la comunidad donde aún permiten la conservación de los cultivos tradicionales con semillas propias, con una tecnología de manejo que incorpora maquinaria y aplicación de fertilizantes, pero también realiza labores a mano, permanece una cosmovisión en los campesinos respecto de la vida, la tierra, ciclos lunares relacionados con la forma de cultivar, bendición de semillas, amor al trabajo y a la tierra. Una tierra viva que da alimentos para los campesinos y sus familias, pero también para compartir con los demás.

Palabras clave: Campesino, cosmovisión, modo de vida, semillas propias.

Abstract: It is important to identify the peasant way of life in the town of San Juan Tuxco Texmelucan because it carries out a practice that has also allowed the conservation of traditional crops with its own seeds, with a management technology that incorporates machinery and application of fertilizers, but carries out labor a hand. In addition, they preserve practices such as crop rotation and association, soil conservation techniques, use of yunta and application of organic fertilizers, a worldview remains in the peasants regarding life, the earth, lunar cycles related to the way of farming, blessing of seeds, love of work and the land. A living land that provides food for farmers and their families, but also to share with others.

Keywords: Peasant, worldview, way of life, own seeds.



1. Introducción

Para la identificación del modo de vida campesino de una localidad se debe entender que el desarrollo de una conciencia social está implicado por un proceso cognitivo en el que un individuo toma conciencia de quiénes son y cómo interactúan con las instituciones, normas y estructuras económicas que dan forma a su vida diaria. Como resultado, están muy influenciados por las condiciones materiales y las dinámicas de poder que existen en la sociedad. Este proceso es continuo y da lugar a experiencias e información a las que están expuestos a diario, provocando emociones como simpatía, empatía y felicidad cuando se identifican con lo que les hace sentir bien. El contexto económico, social y cultural en el que viven, los sujetos forman sus conciencias. (Lobato 2024)

Schettin en 2015 menciona que la investigación cualitativa es lo más cercano a un artista, a un artesano, que tiene sus propias estrategias y su propia forma de hacer. El “método cualitativo” consiste en el estudio de las personas basado en sus dichos y acciones en el mundo sociocultural, apuntan a brindar información contextual profunda acerca de los “cómo” (de qué manera) y los “porqué” (por cuáles razones) de un determinado fenómeno, (que es el todo integrado). Así como a brindar un procedimiento cognitivo que da la posibilidad de entender el complejo universo de las experiencias vividas, desde la perspectiva de los mismos sujetos que las viven, no se opone a lo cuantitativo (que es sólo un aspecto), sino que lo implica e integra, especialmente donde sea importante. (Hitzler y Honer, 2020)

El concepto de sustentabilidad ha promovido la necesidad de proponer ajustes mayores en la agricultura convencional para hacerla ambiental, social y económicamente más viable y compatible (Altieri, 2001).

La preservación de las semillas criollas es un factor importante en el modo de vida campesino y el almacenamiento de granos básicos y semillas que sirva de reserva estratégica para la seguridad alimentaria de la población en condiciones de emergencia alimentaria, sanitaria o humanitaria. (LGAAYS, 2024)



2. Metodología

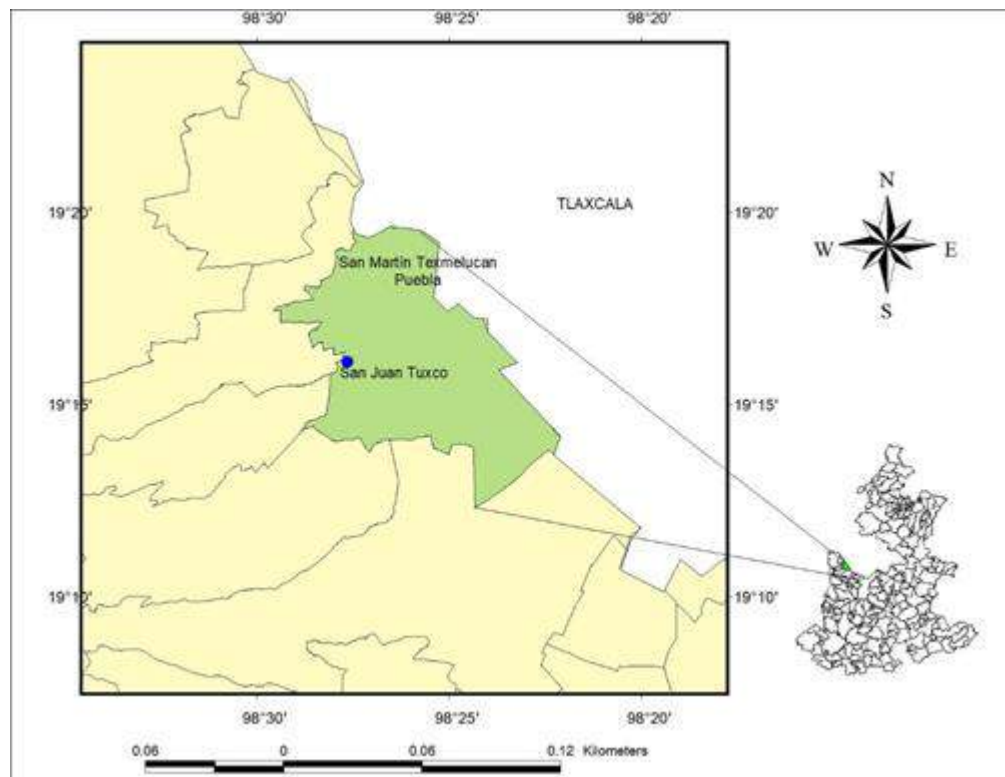


Figura 1. Ubicación de la localidad de San Juan Tuxco, Texmelucan, Puebla

Fuente: Elaboración propia.

El presente artículo surge de un año de trabajo 2019 en San Juan Tuxco (Tuxco significa "lugar de conejos"), es una localidad del municipio de San Martín Texmelucan, en Puebla, abarca un área aproximada a 700 hectáreas.

El presente artículo se realizó desde el enfoque cualitativo que se basa más en el diseño y aplicación de entrevistas, es importante considerar el rol del investigador "solamente las palabras reales y espontáneas de los informantes son la verdadera visión de la realidad". Desde esta perspectiva la obligación del "científico" es escuchar, observar y presentar tal cual sus hallazgos", considerar que el tema va acorde a la vida de las personas, de sus historias, comportamientos y que la comunicación constituye el medio más idóneo para abordar el fenómeno (Zerpa 2016). Para el diseño de la entrevista los temas principales que se abordaron fueron cuatro:

- a) Modo de vivir campesino
- b) Cosmovisión que en su centro tiene a la vida
- c) Modo de armonía con la naturaleza

d) Economía ambiental

La entrevista permitió describir el modo de vivir campesino de San Juan Tuxco.

La entrevista se aplicó a 6 personas seleccionadas por el método bola de nieve, teniendo como principal característica que fueran campesinos productores de maíz criollo y realizadas en horarios determinados por ellos mismos para no afectar sus labores diarias.

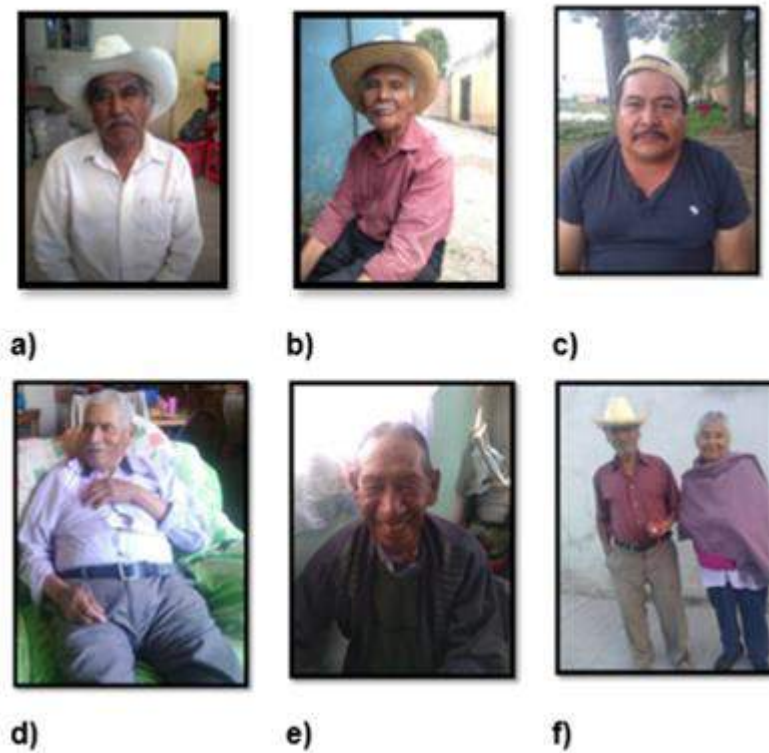


Figura 2. Campesinos de la localidad de San Juan Tuxco entrevistados a) Abundio Ramos Garay, **b)** Antulio Romero Sánchez, **c)** Gustavo Márquez Morales, **d)** Moisés Romero Sánchez, **e)** Rafael Cerezo Calderón, **f)** Jesús Reyes.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La entrevista permitió describir el modo de vivir campesino de San Juan Tuxco. Los sujetos sociales se consideran campesinos, la visión de la mujer, continuidad de la cultura campesina y arraigo a la comunidad en la propias palabras de cada uno de ellos donde nos describen que ser “Campesino y es trabajar desde chiquillo hasta trabajar y luego casarse con su esposa o juntarse con su señora y seguir trabajando en el campo” Sr. Abundio Ramos 30/08/19, también nos comparten que “Ser campesino es una tradición desde nuestros padres que venimos trabajando nosotros el campo como campesinos” Sr. Antulio Romero 08/10/19.

Los campesinos de la localidad tienen una cosmovisión que en su centro tiene a la vida con una perspectiva mística en la producción, relación humano naturaleza en la producción, visión de milpa y como ellos lo comparten es que trabajar la tierra y el agua son importante “la tierra es parte de la vida universal y el agua igualmente es una necesidad que todos los humanos la tenemos y aun hasta los animalitos la tenemos” Sr. Antulio Romero 08/10/19, “la tierra es buena porque se da de todo y afortunadamente somos ricos en agua un lugar muy bonito pues se da de toda el agua la considero buena de buena calidad y aquí en san Juan hay mucha agua” Sr. Gustavo 03/10/19, Sr. Jesús nos dice “la tierra para mí es muy valiosa porque de ahí tenemos todo lo que queremos ejemplo tengo mi maíz para que mi mujer hace tortillas y tenga yo a veces un centavo para que tenga para vender un tanto” pero también nos compartió que “el agua es lo máximo para la vida” 14/10/19, así como también don Moy como le dicen de cariño nos compartió que “La tierra es una cosa maravillosa, la tierra siempre será tierra, nosotros nos vamos y la tierra se queda”.

Modo de armonía con la naturaleza, comprensión de la naturaleza y como ellos conviven en armonía con la misma y esto genera los más profundos pensamientos de ser campesinos, nos comparten que “cuando trabajo la tierra, de ahí tenemos para comer y para todo” nos dijo Sr. Abundio 30/08/19, el Sr. Antulio nos dice que “la pura verdad no se pudo describir porque yo si le tengo amor a la tierra, si yo si ¿por qué le tengo amor a la tierra? Porque cultivando la tierra tenemos de ahí para vivir para comer no solo yo si no toda mi familia es un poco numerosa y pues tenemos que trabajar bien la tierra para que nos de buen rendimiento” 08/10/19, Sr. Gustavo nos dice que él piensa “en que Dios me socorra una cosecha buena y también pienso en Dios y mi Familia que, pues para eso trabaja uno, más que nada el sustento de la casa” 03/10/19.



Y dentro del modo de producción campesino esta la siembra del maíz en donde nos comparten que “El maíz es la primera semilla para la gente para el ser humano” Sr. Abundio 30/08/19, también Sr. Moy nos dice que el “Maíz es el alimento de las familias”, Sr. Rafael nos compartió que “El maíz es el alimento para todos, maíz para la familia es el que nos mantiene a todos partes esenciales para todos los del país” 30/08/19. El Sr. Antulio no dice que “Desde nuestros antepasados nos dejaron esa experiencia la de no sembrar en luna tierna porque algunas plantas el gusano se los come y la luna recia quien sabe qué, pero ya no le hacen nada el gusano y ya se logran las plantitas.

La importancia del maíz para los campesinos de la localidad y la economía ambiental nos la compartió en sus propias palabras el Sr. Gustavo “Los beneficios que me trae el maíz es el del alimento y para los animales y cuando dios me da en abundancia lo vendo pues tengo de sobra y esos dineritos lo ocupo para vestirme, el sostén de la casa y para mis hijos en la escuela, tengo 5 hijos que estudian la mayora ya es casada, el segundo ya trabaja los otros tres más chicos todavía estudian” 03/08/19, el Sr. Abundio comento “en primera para este alimentarnos y este también cuando se necesita, se tiene que agarrar semilla para vender lo que se yo, para comprar ropa calzado, hasta también para comprar nitrato” 30/08/19, también el Sr. Antulio nos dijo que “es una ayuda muy buena si porque nos quitamos de comprar maíz ya que en esta temporada pues como ahorita según ya ve, que está a \$8.50 el kilo a \$10 entonces pues debemos de cuidar lo poco o mucho que levantemos, hay que cuidarlo para que nos ayude a nuestro sostenimiento” 08/10/19.

4. Conclusiones

Este trabajo permitió corroborar que en la localidad de San Juan Tuxco Texmelucan, Puebla se conserva el modo de vivir y producir campesino, ya que sigue siendo una práctica que ha permitido la conservación del cultivo tradicional con semillas propias, con una tecnología de manejo que, aunque incorpora maquinaria y aplicación de fertilizantes, las labores en general se realizan a mano. Pero además porque se conservan prácticas como la rotación y asociación de cultivos, técnicas de conservación de suelos, uso de yunta y aplicación de abonos orgánicos. Aunque no con la fortaleza antigua, permanece una cosmovisión en los campesinos respecto de la vida, la tierra y la milpa. Ciclos lunares relacionados con la forma de cultivar, bendición de semillas, amor al trabajo y a la tierra. Una tierra viva que da alimentos para los campesinos y sus familias, pero también para compartir con los demás.



5. Referencias

- o Altieri, M. (2001). Agroecología: principios y estrategias para diseñar sistemas agrarios sustentables. <https://soclaglobal.com/publishings?filter=2>
- o Ley general de la alimentación adecuada y sostenible. Diario Oficial de la Federación, 17 de abril de 2024 1 – 32.
- o Lobato, E. L., & Orea, E. D. (2024). Conciencia social y cambio en los modos de vida campesino en el Totonacapan. Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 9(39), 1-21.
- o Hitzler, R. & Honer, A. (2020). Los Métodos cualitativos. 59 – 67. DOI: <https://tinyurl.com/y2lh7fog>
- o Schettini P. y Cortazzo I. (2015). Análisis de datos cualitativos en la investigación social, Procedimientos y herramientas para la interpretación de información cualitativa. Universidad nacional de La Plata (EDULP).
- o Zerpa de K. (2016). Lo cualitativo, sus métodos en las ciencias sociales, Qualitative methods in the social sciences. Sapienza organizacional. 3(6). <https://www.redalyc.org/journal/5530/553056828013/html/>



Hacia una guía organizacional para crear negocios que industrialicen residuos

Rodríguez, Moreno-Edgardo ¹

¹ Posgrado e investigación, Tecnológico de Estudios Superiores de Ixtapaluca
edgardo.rm@ixtapaluca.tecnm.mx

Resumen:

Se retoman definiciones de DO de varios autores para crear premisas y significados orientados hacia la discusión y teorización del método de inserción en la economía circular para que las MiPymes sean sus propios agentes de cambio y aprovechen residuos que garanticen rentabilidad y sostenibilidad. Comienza con la teorización de las primeras cuatro etapas de siete del arquetipo que son: Identificación del problema o problemas, Consulta al agente de cambio, consultor o especialista en la teoría, metodología y práctica del desarrollo organizacional, Diagnóstico preliminar, inicial o provisional, Retroalimentación, y para la tercera entrega los restantes, las cuáles tendrán un lenguaje asequible para MiPymes con enfoques de reciclado o reutilización en la producción. Se habla del diagnóstico preliminar previo al arranque del proyecto. Las MiPymes podrán realizar el diagnóstico y aplicar soluciones en función del residuo, rentabilidad y costos, demostrando que si se requiere de esta guía para el proyecto.

Palabras clave: Palabras clave: Desarrollo-organizacional DO, diagnóstico, estrategias, proyecto, soluciones, sostenibilidad.

Abstract.

It takes definitions of OD from various authors to create premises and meanings oriented towards the discussion and theorization of the method of insertion in the circular economy for MSMEs to be their own agents of change and take advantage of waste to ensure profitability and sustainability. It begins with the theorization of the first four stages of seven of the archetype which are: Identification of the problem or problems, Consultation with the change agent, consultant or specialist in the theory, methodology and practice of organizational development, Preliminary, initial or provisional diagnosis, Feedback, and for the third delivery the remaining ones, which will have an accessible language for MSMEs with recycling or reuse approaches in production. This refers to the preliminary diagnosis prior to the start-up of the project. MSMEs will be able to carry out the diagnosis and apply solutions based on waste, profitability and costs, demonstrating that this guide is required for the project.

Keywords: Organizational development OD, diagnosis, strategies, project, solutions, sustainability.

1. Introducción



industrialicen residuos” cuya primera entrega se presentó en la edición No. 34 de la Revista 100CiaTec (agosto-diciembre 2023), continuamos con la elaboración de esta segunda de tres entregas. Así, retomamos desde los años de la pandemia 2020, 20221, cuándo en el mundo, muchas empresas cerraron sus actividades, aprendimos que fue como consecuencia de su incapacidad para percibir anticipadamente los cambios del entorno; en contraste, otras se mantuvieron a la vanguardia o la alcanzaron y, otras han sobrevivido en un mercado cada vez más competitivo, gracias a que se adaptaron a las nuevas circunstancias.

Para crear y referenciar el marco teórico de las Fases del programa de DO que se propone desarrollen las MiPymes, se atenderán los siguientes propósitos que se presentan en forma de interrogantes, ¿Por qué se atrajo a este trabajo a la teoría del Desarrollo Organizacional DO para las MiPymes?, ¿Por qué usar el DO para el cuidado ambiental? ¿Son comprensibles y accesibles las herramientas de DO aplicadas para los micro y pequeños empresarios? Para concluir respuestas a estas preguntas implica que la empresa como ente económico debe de garantizar la propia sostenibilidad readecuando la producción con su demanda de insumos, fabricando productos ecoeficientes y gestionando de manera adecuada los residuos.

Hoy sabemos que los dueños, directores y gerentes de las empresas deben aprender a perfilar “otros puntos de vista” referentes a que las cosas ya no serán como antes, para lo cual se propone un tratamiento teórico de conceptos de DO y de la reutilización y reciclado en el caso de los insumos no renovables, escasos o aprovechamientos rentables y la independencia en adquisiciones e ir hacia la posibilidad de realizar adaptaciones propias.

Además, la experiencia enseña que las buenas prácticas ayudan, pero no son suficiente ni son reciclar, se trata de aprender y crear el lugar dónde se pueda volver a reusar, reciclar, reutilizar y reaprovechar, de hacer ese montaje con esos fines y un enfoque de negocio, para que sea parte de lo que esta guía pretende lograr. Por eso se dan los conocimientos aplicados a una teorización del arquetipo de DO con economía circular, usando cuatro de siete etapas de las cuáles en esta segunda entrega se tratan las primeras cuatro que son: 1. Identificación del problema o problemas. 2. Consulta al agente de cambio, consultor o especialista en la teoría, metodología y práctica del desarrollo organizacional, 3. Diagnóstico preliminar, inicial o provisional y, 4. Retroalimentación, y quedan para la tercera entrega el 5. Diagnóstico conjunto concluyente, 6. Implementación o aplicación de la acción, 7. Evaluación y un caso aplicado.



2. Delimitación contextual

Esta es la parte 2 de la elaboración de “Hacia una guía organizacional para crear negocios que industrialicen residuos” cuya primera entrega se presentó en la edición No. 34 de la Revista 100CiaTec (agosto-diciembre 2023), continuamos con la elaboración de esta segunda de tres entregas.

3. Metodología

El proceso de la investigación es la continuación de la entrega 1 donde se presento el planteamiento del problema, la justificación, objetivos e hipótesis, acá se trata de las teorizaciones y aplicaciones realizadas a través de la metodología de investigación documental y se ejemplifica con casos reales. La generación de teorizaciones del Do aplicado a la inserción de economías circulares y la teoría son un proceso donde las primeras, preceden a la segunda. Además, la construcción de ambas está anclada a las premisas y significados creados por el autor. Sin embargo, para hacer esa construcción, cualquiera sea el método utilizado, es ineludible, usar las fuentes documentales a fin de conceptualizar, categorizar, establecer relaciones y en el proceso, desprenderse de estos; para finalizar en un discurso abstracto y abarcador propio de las teorizaciones y las teorías.

4. Desarrollo

Creando un marco teórico referencial para aplicar el DO al cuidado ambiental

Para contestar si son comprensibles y accesibles las herramientas de DO por las MiPymes y empresarios en general, se realiza el siguiente ejercicio para desarrollar, con premisas y significados extraídos de la explicación de cada definición del DO, la forma de dar soporte a la creación de un eco negocio.

Se retoman algunas definiciones de DO haciendo una evaluación equilibrada de las premisas, para aplicar la definición de cada autor y partir desde ahí para darles un significado orientando al interés de este trabajo. En esas premisas y significados se cimentará la posterior conclusión después de haber creado la teorización del método de implementación con criterios específicos. Se trata de incluir varias fuentes para respaldar la secuencia de la teorización, la funcionalidad y aplicabilidad de esta. Retomando como soporte teórico a Jorge Arturo Hernández Palomino (2011) que dice: “Es el proceso mediante el cual la organización evalúa las conductas, los valores, las creencias y las actitudes de la gente para enfrentar la resistencia al cambio; con lo cual puede aplicar modificaciones en la cultura organizacional para alcanzar mejores niveles de productividad y eficiencia”, iniciamos con las siguientes definiciones:



Warren G. Bennis (1973) expresa que el desarrollo organizacional “es una respuesta al cambio, una compleja estrategia educativa con la intención de cambiar las creencias, las actitudes, los valores y la estructura de las organizaciones de tal manera que éstas puedan adaptarse mejor a las nuevas tecnologías, a nuevos mercados, y a retos o desafíos diversos, incluyendo la vertiginosa rapidez del cambio mismo”. La premisa de esta definición es que “ante los cambios, hay que cambiar para adaptarse”. Esto significa proporcionar a los empresarios los elementos para analizar la problemática ambiental y climática para que reconozcan el papel que debe jugar la empresa.

De acuerdo con Friedlander y Brown (1974), el desarrollo organizacional es concebido como “una metodología para facilitar los cambios y desarrollo: en las personas, en las tecnologías y en los procesos y estructuras organizacionales”. La premisa es “nivelar el sistema interno y el factor humano acorde al medio ambiente”. Esto significa que las empresas, en particular las MiPymes, aprendan la aplicación proambiental desde propugnar no solo por reducir el cambio climático, más bien para mejorar las condiciones ecológicas y ambientales.

Newton Margulies (1974), sostiene que el desarrollo organizacional es “un proceso (y una tecnología asociada) dirigido hacia el mejoramiento de la organización”. La premisa es “un proceso de mejora de la organización”. Esto significa que se requiere proporcionar a los empresarios los elementos científicos de la ingeniería o reingeniería para el cuidado de los ecosistemas, su transformación, mejora o creación de nuevos ecosistemas.

“El DO es la aplicación creativa de largo alcance, de un sistema de valores, técnicas y procesos, administrado desde la alta gerencia y basado en las ciencias del comportamiento, para lograr mayor efectividad y salud de las organizaciones mediante un cambio planificado según las exigencias del ambiente exterior y/o interior que las condiciona” propone Luis Ferrer (1984). La premisa es “ser creativos para efectuar cambios planificados efectivos ante el medio ambiente”. Esto significa que la ingeniería o reingeniería para el cuidado de los ecosistemas, su transformación, mejora o creación de nuevos, obliga a trastocar el estado de cosas hacia un enfoque de nuevas estrategias, como las concebimos hoy, a fin de cambiar hacia nuevos modos de vida proambiental y climática que armonicen con la propia sostenibilidad de la organización.



Antes de terminar con esta reseña de conceptos, premisas y significados sobre el desarrollo organizacional con la definición propuesta precisamente por W. Warner Burke (1988) que dice que “es un proceso de cambio fundamental en la cultura de cualquier organización” y con la conceptualización de Burke y Hornstein (1972) “el desarrollo organizacional es un proceso de cambio planeado, cambio de la cultura de una organización que pasa de un estado que evita examinar los procesos sociales (especialmente toma de decisiones, planeación y comunicación), a un estado que institucionaliza y legitima este examen y de un estado que se resiste a la innovación, a un estado que planea y utiliza procedimientos para promover la adaptación a los cambios necesarios día a día”. La premisa “es tener un proceso para cambiar la cultura organizacional para que planee los tránsitos desde la examinación y la resistencia a las inclusiones innovadoras para ir hacia dentro de la institución por medio de inclusiones, adquisiciones y procedimientos que permitan las adaptaciones requeridas”. Esto significa hacer una inserción activa que gestione un proceso de aprendizaje empresarial a favor de las causas e implicaciones que contribuyan a la mitigación de la escases, del desaprovechamiento de los residuos y el empeoramiento y no mejora ecológica, que se acompañe de una formación y comportamiento de personas y empresa que permita construir propuestas de sostenibilidad y de reingeniería circular, que incluya a la MiPymes, para obtener rentabilidad con sostenibilidad enfrentando a la problemática ambiental.

Con estas definiciones se avanza en el análisis del concepto “Desarrollo organizacional” y la discusión que implica.

Si reunimos las premisas resulta que:

“Ante los cambios, hay que cambiar para adaptarse, lo que implica nivelar el sistema interno y el factor humano acorde al medio ambiente a través de ser creativos para efectuar cambios planificados efectivos diseñando un proceso de mejora de la organización que, a la vez, incluya el proceso para cambiar la cultura organizacional. El plan debe considerar los tránsitos desde el examen y la resistencia a las implementaciones innovadoras para ir hacia dentro de la organización por medio de inclusiones, adquisiciones y procedimientos que permitan las adaptaciones requeridas”.

Si reunimos los significados resulta que:

Proporcionar a los empresarios, en particular las MiPymes, los elementos para analizar la problemática ambiental y climática, que aprendan la aplicación proambiental, para que reconozcan el papel que debe jugar la empresa, para propugnar no solo por reducir el cambio climático, más bien para mejorar las condiciones ecológicas y ambientales.

Proporcionar a los empresarios los elementos científicos de la ingeniería o reingeniería para el cuidado de los ecosistemas y el ambiente, su transformación, mejora o creación de nuevos ecosistemas, que trastoque el estado de cosas hacia un enfoque de nuevas estrategias, no como las concebimos hoy, y si a fin de crear nuevos modos de vida proambiental y climática que armonicen con la propia sostenibilidad de la organización.



Hacer una inserción activa que gestione un proceso de aprendizaje empresarial para conocer las causas e implicaciones que contribuyan a la mitigación de la escases, del desaprovechamiento de los residuos y el empeoramiento y desmejora ecológica, que se acompañe de una formación y comportamiento de personas y MiPymes que permita construir propuestas de rentabilidad con sostenibilidad y de reingeniería circular, para enfrentar a la problemática ambiental.

Si reunimos las premisas y los significados tenemos el marco teorizado dónde resulta que:



Implicaciones para uso de las MiPymes	
Premisas: si se dice ...	Significados: se debe ...
Ante los cambios del entorno que se detecten, hay que cambiar para adaptar a la empresa, esto implica nivelar el sistema interno y el factor humano acorde al medio ambiente.	Proporcionar a los empresarios, en particular las MiPymes, los elementos para detectar y analizar la problemática empresarial y ambiental; que aprendan la aplicación proambiental, para que reconozcan el papel que con estrategias debe jugar la empresa y su personal, para reducir los impactos ambientales y climáticos normalizados con los procesos de la empresa.
Ser creativos para planear cambios efectivos diseñando un proceso de mejora de la organización, que, a la vez, tenga implícito el proceso para cambiar la cultura organizacional.	Proporcionar a los empresarios los elementos de ingeniería o reingeniería con un enfoque de nuevas estrategias que cuiden los ecosistemas y el ambiente, su transformación, mejora, incluso crear nuevos ecosistemas, trasponiendo el estado de cosas a fin de crear una filosofía y nuevos modos de coexistencia proambiental sostenible que armonicen con la organización.
El plan debe considerar los tránsitos desde la examinación del sistema interno y el ambiente externo, la resistencia a las implementaciones innovadoras o de mejora, para ir desde dentro de la institución por medio de inclusiones, adquisiciones y los procedimientos hacia las adaptaciones requeridas con el apoyo del personal.	Hacer una inserción activa en empresas, o MiPymes, que gestionen un proceso de aprendizaje empresarial a favor de las causas e implicaciones para que el sistema contribuya a la mitigación de la escases, ha aprovechar los residuos y la mejora ecológica, que se acompañe de una formación y comportamiento del personal y empresa, que permita construir propuestas de ingeniería pro infraestructura específica para la economía circular rentable, sostenible y que enfrente a la problemática ambiental.



Construir para las MiPymes propuestas de estrategias para la sostenibilidad y de reingeniería para nivelar al personal, sus dirigentes, y a la organización para que contribuyan a la mitigación de la escases, el aprovechamiento de los residuos, en fin, a la economía circular, lo que implica retomar a Valdés Pérez, Berenice de la página Course Hero que cita a Warner Burke (1988) quien dice que “La administración del programa de DO se compone de pasos lógicos por seguir de acuerdo con los acontecimientos.

Modelo de siete fases: gestión del programa de DO en el cuidado del medio ambiente

Con esta teorización, y completando la frase de Valdés Pérez, Berenice se abre la clave fundamental para gestionar adecuadamente esos pasos lógicos para desarrollar este eco negocio ejecutar bien cada fase”. Tomamos las siete fases que aquí se adaptarán para seguirse en el programa de DO implicando a la MiPymes en la economía circular.

Según Burke (1988) dice que “La administración del programa de DO se compone de pasos lógicos por seguir de acuerdo con los acontecimientos. La clave fundamental para administrar adecuadamente radica en ejecutar bien cada fase”. Para ello Misael V. Hernández Gutiérrez y Yazel Hernández Vicente, IIESCA. (2006). presentan las siete fases que aquí se irán adaptando y que deben seguirse en el programa de DO para implementar la economía circular, consisten en:

1. Identificación del problema o problemas.
2. Consulta al agente de cambio, consultor o especialista en la teoría, metodología y práctica del desarrollo organizacional.
3. Diagnóstico preliminar, inicial o provisional.
4. Retroalimentación.
5. Diagnóstico conjunto concluyente.
6. Implementación o aplicación de la acción.
7. Evaluación.

b.1 Identificación del problema o la problemática

En esta fase las MiPymes como su propio agente de cambio organizacional, deben percibir si experimentan una o varias dificultades como deficiente eficacia, baja comunicación, coordinación inefectiva, falta de liderazgo, carencia de trabajo en equipo, etc. IIESCA. (2006). Puede parecer que es fácil, pero es un tema que debe implementarse con criterios técnicos, legales y con lógica.

No se trata de poner contenedores de colores y ya. Reciclar es separar desde el origen los materiales que pueden ser reusados, reutilizados y reciclados, considerando:

Analizar, si el proceso incluye el uso de algún recurso no renovable, grado de escases, o posibilidad de agotamiento, o sobreabundancia, o desaprovechamiento comercial.



Tener una clara visión de costo beneficio y, de ser posible, del costo comparado del reciclado o reutilización para uso propio o venderlo.

Costear diferentes contenedores (clasificados) de diversos colores para separar los residuos, el amarillo para el plástico, el verde para vidrio, etc., según la norma.

Tener presencia de recolectores de base que implica costear puntos verdes o puntos limpios sean propios o subrogados, esto indica que la recolecta tiene un nivel más alto, con rutas selectivas, módulos para recepción, más eventos, entre otras cosas.

Si en el sector o rama existen empresas con algo de lo anterior, indica que hay avance, que existen proyectos de sostenibilidad que compiten y que, cuándo lo hacen de manera continua, pasan a ser parte de la solución del problema; se sugiere efectuar Benchmarking, pues la ingeniería la hicieron otras organizaciones para su beneficio.

El texto dice que estos problemas pueden ser por agentes de cambio, consultores o asesores internos o externos en DO y temas ambientales, pero aquí deben hacerlo las propias MiPymes.

b.2 Consultar al agente de cambio, consultor o especialista en la teoría, metodología y práctica del desarrollo organizacional.

En esta fase contactan el agente, asesor o consultor de cambio y el representante de la organización, importante para la apertura, colaboración y definición de responsabilidades entre ambos, para que el DO tenga oportunidad de éxito. Aunque parece simple, en este tema se debe implementar con criterios técnicos, legales y con lógica, por las MiPymes.

Agente, consultor o asesor de cambio externo. las empresas medianas y grandes pueden contratar despachos consultores externos que son profesionales que desarrollan un proyecto por un período específico mediante pagos costosos y puntuales. Cuentan con herramientas técnicas y con las características, de personal y de la empresa, para ofrecer respuestas eficientes de bajo riesgo en la implementación contratada para la reutilización, la mejora e impacto ambiental positivo.

Si se contratan agentes para la reingeniería pro ambiental externos se requerirá respetar una estricta agenda de entrevistas, acompañamientos, cierres de transacciones y según el caso se deberá proporcionar la representatividad moral -respaldo directivo y legal para celebrar acuerdos- y capacidad para proponer estructuras, lo cual se complica en cualquier empresa.

Agente, consultor o asesor de cambio interno. En las empresas medianas y grandes se pueden emplear consultores internos contratados con sueldos elevados con habilidades blandas, con conocimientos especializados en reingeniería y en economía circular, capaces de formar un departamento nuevo, dirigir equipos de alto rendimiento, con capacidad para brindar soluciones, contar con equipos para realizar el proyecto, propiciar colaboración con otras empresas, que apoye y de atención a otros departamentos (sobre todo técnico y legal). Lo anterior implica un cambio en la estructura de la organización. Quizá se requiera de un *Head Hunter* para encontrar estas personas y que realicen el proyecto



Es en las micro y pequeñas empresas dónde se precisa concatenar la capacitación para acceder a una propuesta estratégica con la implementación circular. Siguiendo esta guía serán las MiPymes los agentes de su propio acceso a la economía circular. Así, los costos nómina bajan, aunque los errores pueden aumentar, y desde la administración más empírica se sabe que “tiempo es dinero”. Aquí las MiPymes, asumen el papel de agentes de cambio, deberán organizar ideas, aclarar dudas, definir metas y elaborar el programa de trabajo.

Conocimientos de los consultores. En primera, las actividades que debe considerar un consultor externo son las mismas para los consultores internos, pero con énfasis en el desarrollo para el manejo integral, aprovechamiento de residuos, la restauración y la mejora ecológica. En todo caso, deben contar con una representación legal para celebrar acuerdos.

Segundo, consultores internos como externos deben saber de y hacer mínimo lo siguiente:

Educar para la reutilización y reaprovechamiento para el cambio climático,

Derechos y obligaciones de empresas grandes y MiPymes, ante el cambio climático.

Implantar sistemas de gestión medioambiental y responsabilidad social empresarial,

Transformar enmiendas ISO para los sistemas de gestión,

Realizar auditorías energéticas, internas y externas, de los procesos e instalaciones,

Cumplir trámites legales y técnicos en instituciones públicas y privadas, por ejemplo:

De estudios técnico-justificativos para proyectos que requiere del cambio de uso de suelo en terrenos forestales,

Documento técnico Unificado (DTU),

Manifestación de Impacto ambiental modalidad particular (MIA-P),

Manifestación de Impacto ambiental modalidad regional (MIA-R),

Estudios de Riesgo Ambiental (ERA) para proyectos que involucran actividades altamente riesgosas,

Estudios de Factibilidad Ambiental, que abarquen diversas áreas incluyendo desarrollos de economía circular,

Orientar en el cumplimiento de regulaciones ambientales aplicables a los clientes,

Trámite y proceso para rescatar y reubicar la flora y fauna,

Reforestación, Manejo integral de residuos, Restauración ecológica, entre otros,

Calcular la huella ambiental de la actividad para identificar objetivos de mejora,

Causas y consecuencias de las actividades riesgosas ante el cambio climático,

Usar eficientemente la energía,

Revisar periódicamente los consumos de energía,

Revisar periódicamente los aislamientos térmicos en equipos de frío y calor,



Optimizar envases de los productos,
Realizar un plan de prevención y recuperación de envases específico,
cuidar la gestión de los materiales y residuos peligrosos,
Consumir de agua de forma responsable,
Reducir el volumen y carga contaminante de los vertidos de agua residual,

Ante el cúmulo de conocimientos que debe tener un empresario cuando asume el rol de agente de cambio, parece lejano que las MiPymes accedan a procesos de DO sostenibles y circulares, además no les es accesible pagar los servicios de agentes internos o externos, y aunque pueden apoyarse en tutoriales o en guías didácticas orientativas para intentar una ingeniería acorde a su escala y posibilidades, pocas veces se encuentran aplicadas al interés del empresario, con una secuencia procedimental asequible y con un lenguaje comprensible.

Tercero, en este caso, el propósito de la guía y el arquetipo es planear e incluir un departamento o crear una empresa que recicle reutilizando y beneficiando al ambiente. A continuación, se dan a conocer los conocimientos que la MiPymes deben saber, y que deben ser claros para cualquier empresa, sobre los temas de cambio organizacional, medio ambiente, cambio climático, reducción de riesgos de desastre, enfoque de cuidado ambiental amigable. Esta tercera parte da continuidad a la opción de intervención para el empresario MiPymes, al usar la guía incidirán en la práctica del reciclado y la reutilización beneficiando áreas específicas para los aprovechamientos que haga vigentes la empresa.

En general, se propone que la intervención de las MiPymes esté compuesta de dos fases:

Fase I: de cambio climático y reducción de impactos ambientales

Acciones para reducir los impactos del cambio climático, de lo local para México,

Dar importancia al medio ambiente en la gestión decisonal de la empresa, etc.,

Crear o participar en redes de empresas conectadas por el sistema climático,

Reducir con técnicas la contaminación en la extracción y la transformación,

Realizar un control periódico de los consumos de agua, insumos, materiales,

Mejorar las técnicas disponibles para el consumo de agua, insumos, materiales,

Mitigar o reducir los impactos ambientales,

Mejorar la competitividad de la empresa considerando el factor ambiental,

Fase II: de economía circular y sustitución de recursos no renovables

Contribuir a la Economía circular para la mejora ambiental y de los ecosistemas,

Utilizar las mejores técnicas disponibles para generar energía usando RS,

Extraer de RS productos o sustancias de valor, V.g.: producir biogás o biomasa,



100CIATEC

Transformar RS en fertilizantes, combustibles o formas de insumos,
Reducir el consumo o reutilizar el agua, insumos o materiales,
Obtener recursos por la utilización de alternativas que sustituyan la problemática,
Elaborar productos con más contenido reutilizable,
Utilizar nuevos materiales biodegradables y reutilizables, extraídos de los RS
Mejorar los procesos de diseño y fabricación de nuevos productos reciclables,
Culturar y dar formación ambiental al personal, incluida la de circularidad,
Crear departamentos o empresa que procesen RS para entregarlo como insumo,
Seleccionar e instalar en cada estación del proceso de captación de RS la adecuada depuración -identificar puntos de interrupción de línea y soluciones para optimizarla- para mejorar la gestión y mantener la continuidad funcional.

Estas fases favorecen y facilitan el proceso de aprendizaje social, permitirán a las MiPymes acceder al DO con aplicación proambiental, pugnan por “reducir o mitigar el cambio climático o los impactos”, para luego mejorar el ambiente, por los aspectos científicos de la ingeniería o reingeniería, y también proporcionar los elementos para analizar la problemática ambiental y climática para reconocer el papel que juegan cuidando los ecosistemas, su transformación para mejorarlos o crear nuevos y, cambiar el estado de cosas y los modos de vida.

Guiar sobre estos conocimientos permite transitar de la debilidad de depender de un recurso no renovable que se agota, hacia la fortaleza del saber y las acciones para construir propuestas circulares desde el sector empresarial, incluidas MiPymes, para prevenir y enfrentar a las diferentes necesidades de la empresa sustituyendo la problemática ambiental que ocasiona el abasto del recurso por la sostenibilidad emanada de economía circular.

Esto facilita a las MiPymes acceder a los conocimientos de Fase II, permitiendo su inserción activa en la comprensión de las causas e implicaciones de su crisis civilizatoria -auge y colapso de una organización- por el mal manejo de la bina “recursos no renovables -o de muy escasa obtención- versus recursos reutilizados”, es decir, adecuar el manejo de los residuos para no empeorar la disposición final e ir hacia la mejora ecológica, desatender esto impulsa el declinamiento en la formación de personas o grupos sociales tal y como hoy se padece.

b.3 Diagnóstico preliminar o provisional o inicial I tentativo o de trabajo o de ingreso.



El diagnóstico preliminar, también conocido como diagnóstico provisional, se realiza antes de planear el cometido y proponer tareas. Se realiza este diagnóstico generalmente, tomando en cuenta aspectos como quién contacta, cómo es el negocio, que se debe recolectar o reutilizar, quienes podrían ser los clientes, etc. Se usa en el caso cuando el agente de cambio no tiene una idea precisa y definitiva. Es útil a las MiPymes por que se basa en la observación, el autoconocimiento y la experiencia, al ser provisional está sujeto a confirmación.

Pero ¿dónde comenzar? ¿cómo comenzar? ¿cuándo comenzar? ¿cómo crear un sitio para el reciclaje? ¿con qué y con quienes? ¿en qué lugar? ¿cómo y a quien vender los productos reciclados? Se debe hacer una reunión. En esta reunión se debe hablar de estas interrogantes que surjan del diagnóstico preliminar y sus alcances:

Alcance 0. Lo primero que se debe determinar es qué tipo de empresa de reciclaje o reúso se podría iniciar. Hay muchas opciones de RS para reciclar: de papel, de metales, de plásticos, incluso ruedas de automóvil y escombros. Este trabajo se enfoca en generar hidrógeno como combustible o reaprovechar lixiviados, las partes pueden ser distintos equipos.

Se debe tener presente que, en principio, lo más cómodo, es investigar qué materiales son los que más se tiran en la zona cercana o que se podría reciclar, previo a establecer que se debe entender por cercano, en que volumen se requiere obtener.

Según Reyes Aguilar, Primitivo (2006), ya conocido el RS o las partes que se recuperarán, mediante el uso de métodos, técnicas e instrumentos recopilarán datos para determinar la problemática que enfrentará y un costeo previo. Se forman los alcances fundamentales que impactarán a la postre en el proyecto:

Alcance 1. Medir las partes o componentes que contienen los eco-productos, llamados así por las partes que pueden considerarse eco-diseñadas o son eco-contenidos físicos de los mismos, que se pueden incluir en la cadena de reaprovechamiento.

Alcance 2. Medir los principales flujos físicos que los clientes usan para dar salida a los productos eco diseñados o los RS y, la entrada del RS o partes a reaprovechar por la organización, para considerar su inclusión en la cadena de valor.

Sub-alcance 2.1 Esto lleva medir si se tiene la capacidad para implementar puntos o sitios dónde se recupere los reaprovechables (RS o partes), considerando los lugares.

Alcance 3. Medir el potencial circular de las MiPymes considerando sus propias operaciones y las de su cadena de valor, para avizorar dónde y con que será ubicado el eco proceso.

Sub-alcance 3.1 Determinar si cuenta con un lugar adecuado para reciclar y/o preparar la reutilización. Investigar si existe la tecnología para reciclar y/o reutilizar, y si la puede pagar.



100CIATEC

Sub-alcance 3.2 Si se tiene presupuesto para el eco negocio debe, valorar si se alquila, se compra o se amplía el local donde estará la fábrica de reciclaje, y de preferencia tener un lugar dónde exhibir y vender los productos reciclados. Por ejemplo, si se decide reciclar plástico, se puede alquilar un local con suficiente espacio para poner en la trastienda máquinas de triturado y fabriquen mangueras y Conduit, y en otra parte delantera, se puede tener una tienda de ventas o sala de exhibición.

Alcance 4. Examinar los sistemas y prácticas de comunicación, con los diferentes actores (recolectores, separadores, personal de producción o de soporte para la reutilización, proveedores, clientes, entre otros). Ejemplo: intranet, redes sociales, sitios web, tutoriales, conferencias, etc., investigando los medios y formas que profundicen un uso óptimo.

Alcance 5. Medir el impacto de la participación de las MiPymes en la economía circular a nivel local, cuánto RS se recicla o partes se recuperan para reutilizar.

Alcance 6. ¿Quién comprará el material reciclado? Este alcance habla de que una empresa de reciclaje debe investigar quién es el mercado normal de empresarios, que MiPymes, para venderles y la logística para entregarles los productos. Aquí se da claridad a las pautas de quiénes podrían ser los clientes potenciales por buscar:

Grandes empresas y MiPymes que vendan productos hechos con reciclados (papeles, cuadernos, muebles, etc.).

Oficinas que usen materiales reciclados (bolígrafos, folios, clips y grapas, etc.).

Empresas que fabriquen productos teniendo como base productos o sustancias derivadas del reciclado o la reutilización como insumo.

Empresas que distribuyan productos a grandes superficies como centros comerciales o cadenas de tiendas.

Empresas que distribuyan productos a grandes números de usuarios como autos eléctricos movidos por eco combustibles o hidrogeno.

Colegios, escuelas y universidades (como cuadernos, papeleras, asientos hechos con madera reciclada, etc.).

Administraciones públicas como ayuntamientos o ministerios, y todo organismo de gobierno pues deben mostrar conciencia con el medioambiente.

Negocios que fabrican productos en su mayor parte con partes recicladas.

Talleres de manualidades que elaboren objetos con material reciclado.

Por último, determinar, cuál será el canal de distribución, el medio para las entregas y cuál es el costo de hacerlo.



Alcance 7. Medir cuándo sería factible comenzar con el tema del reciclaje, si podría ser muy difícil, o es el caso que resulte ser más viable en el corto plazo -de un modo u otro es toda una labor-, otra más es si es viable hacer un benchmarking de otra empresa que ya comenzó.

Alcance 8. Medir a la competencia; si hay otros negocios en esa zona que se dediquen a reciclar los materiales que la empresa va a reciclar.

En este sentido, al ser el diagnóstico un ahondamiento previo, pero no definitivo, la entrada es flexible y puede ser modificada las veces que sea necesario, pues, aunque esto parece una obvia pérdida de tiempo, en realidad conocer de las reorientaciones o modificaciones permitirá medir la menor pérdida de dinero y el curso más viable. Además, sin saberlo, los empresarios contribuirán con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y sus indicadores correspondientes.

b.4 Retroalimentación

Este paso, resulta del diagnóstico preliminar que logran los empresarios o directivos. Inicia la comunión con el personal clave de la empresa pues sólo hay dos decisiones, se rechaza o se aprueba el diagnóstico. Si se aprueba entonces se inicia un proceso de análisis más profundo para delimitar mejor los problemas y desafíos al decidir las tareas dentro de la empresa:

Se debe pensar en responsables y quienes integrarán los posibles equipos,

Actividades en que se separará la intervención obtenida de los alcances,

Que *partners* y *stakeholders* se involucrarán para coadyuvar en los trabajos previos, para poder realizar el proyecto,

Si se tiene o puede conseguir dinero para la inversión,

Cuál será el tiempo de la ingeniería o reingeniería a lugar lo que supone:

La filosofía organizacional (reorientar la visión, misión, políticas y valores),

Que se deba crear de manual de organización y procedimientos,

Cambios en la estructura

Costo y tiempo para capacitaciones,

Determinar y describir la forma en que se debe proceder según las dificultades que se presenten al empresario y al emprendimiento y,

Si se tiene la capacidad para proceder.

Es decir, que en la retroalimentación se trata de aprobar el proyecto y luego referirse a conocer la posición en la que se encuentra la empresa internamente para:

Realizar los primeros objetivos a lograr si se realiza el proyecto

Quien hará frente a las dificultades que se presenten ante la ejecución del proyecto,

Cómo atender las principales dificultades que se detectaron preliminarmente,



Medir la capacidad para lograr superar las dificultades, lograr los objetivos y,

Plantear los posibles términos y plazos del trabajo a desarrollar.

Estas dificultades van desde la presión del tiempo debido a plazos ajustados, trámites legales, la disponibilidad de recursos financieros, las expectativas de retornos de inversión cortos con utilidades casi inmediatas, hasta la gestión de riesgos, entre otros aspectos. Estas dificultades, cruciales para el éxito del proyecto se convierten en objetivos a lograr y, resaltan la importancia de abordar la toma de decisiones de manera cautelosa, asertiva y efectiva (In-Estrategy [s.f.]).

En este nivel de retroalimentación, en las MiPymes existe la tentación de hacer economía circular en base a lo que les gusta del diagnóstico preliminar, pero se debe tener presente que se hace incluyendo las capacidades internas y las posibilidades que se encuentran en el contexto externo que corresponde a la ubicación que tendrá el lugar para reciclar.

Para determinar estas posibilidades se necesita hacer un levantamiento y formar un catálogo o lista de materiales que se usan en el proceso productivo o que puede reutilizar. Véanse los siguientes casos:

El biogás es una mezcla gaseosa formada por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2) y pequeñas proporciones de otros gases, como sulfuro de hidrógeno (H_2S), hidrógeno (H_2) y amoníaco (NH_3). Se obtiene de un biodigestor que es un recipiente o tanque (cerrado herméticamente) que se carga con residuos orgánicos (basura) (Argentina.gob.ar, portal oficial del Estado argentino [AGAPO], s.f.). En su interior se produce la descomposición de la materia orgánica que genera biogás, un combustible útil para cocinar, calentar agua, producir energía eléctrica mediante un generador a gas, y mover automóviles reduciendo la contaminación si convertimos el biogás en un combustible líquido, lo que se puede hacer al pasar el gas por un medio de reacción líquido que contenga petróleo y un catalizador de metal de transición. Esto se hace a una temperatura alta, sin que hierva (Grupo ABetter Way [gruppob], s.f.).

Si es una empresa refresquera local decide reciclar vidrio, porque lo tiene en su catálogo identificado, entonces necesita proyectar una empresa, departamento o línea de reciclaje de vidrio.

6. Conclusiones

1. Es posible hacer una inserción activa en empresas, o MiPymes, que gestionen un proceso de aprendizaje empresarial a favor de las causas e implicaciones para que el sistema contribuya a la mitigación de la escasez de insumos no renovables o de poca generación, sustituyéndolos por el aprovechamiento de residuos en beneficio propio.
2. La contribución a la mejora ecológica se debe acompañar de una formación en el personal y empresa, que permita construir propuestas de ingeniería pro infraestructura viable para la economía circular rentable y sostenible.



3. Si los empresarios de MiPymes siguen esta guía serán los agentes de su propio acceso a la economía circular, pues tendrían las orientaciones de nivel de un consultor externo, pero con más énfasis en decisiones para el desarrollo del manejo integral del aprovechamiento de residuos, la restauración y la mejora ecológica.

4. Se resuelve el problema de la representación legal para celebrar acuerdos al ser los propios empresarios de las MiPymes los que gestionen su desarrollo organizacional. Las MiPymes, al asumir el papel de agentes de cambio, podrán organizar ideas, aclarar dudas, definir metas y elaborar el propio programa de trabajo.

5. La finalidad de “entrarle” al diagnóstico preliminar es empezar a vislumbrar los objetivos, conocer los requisitos, los saberes, la brecha de actividades para alcanzarlos y la capacidad para financiar el proyecto de eco negocio si se aprueba. Este diagnóstico resulta útil cuando el empresario no tiene una idea precisa y definitiva de los beneficios que aporta el eco negocio, tanto ambientales como en materia de sostenibilidad y rentabilidad empresarial.

6. Creer que lo primero, es investigar qué RS son los que más desechan en la cercanía es una idealización carente de un propósito de largo plazo, lo que se podría reciclar, el volumen se requiere obtener, cuál será el canal de distribución, el medio para las entregas y cuál es el costo de hacerlo debe tener un enfoque estratégico.

7. Se debe considerar que cada tipo de residuo tiene sus particularidades. Si en la zona donde empezará el eco negocio no hay suficientes desechos del tipo requerido, se absorberán mayores costos de logística

Ya decidido qué materiales se van a reciclar o reutilizar, se debe considerar que cada tipo de RS tiene sus particularidades, afectando el tipo de tecnología, las máquinas necesarias para hacerlo y la posibilidad de adquirirlas, así como la forma de pagarlas.

7. Referencias

- o Argentina.gob.ar, portal oficial del Estado argentino. (s.f.). Biodigestores: los residuos como generadores de energía. Vicejefatura del gabinete del interior. Medio Ambiente <https://www.argentina.gob.ar/interior/ambiente/accion/biodigestores#:~:text=Un%20biodigestor%20es%20un%20recipiente,mediante%20un%20generador%20a%20gas>
- o Bennis, Warren G. (1973). Desarrollo Organizacional: Su naturaleza, sus orígenes perspectivas. Fondo Educativo Interamericano, S.A.
- o 3. Burke, W. y Hornstein, H. (1972) The social technology of organization development. Fairfax, VA., Learning Resources Corp.). University Associates.
- o Friedlander, F., Brown, L.D. (1974. Organization development. Annual Review of Psychology. <https://www.redalyc.org/pdf/212/21207701.pdf>



- o Ferrer Pérez, L. (1984). Guía Práctica de desarrollo organizacional. Trillas.
- o Hernández Gutiérrez, M. V., Hernández Vicente, Y. (2006). Algunas consideraciones en torno al desarrollo organizacional: concepciones, características, procesos y técnicas de intervención. (Universidad de Veracruz. Instituto de investigaciones y estudios superiores de las ciencias administrativas [IIESCA] <https://www.uv.mx/iiesca/files/2013/01/organizacional2006-1.pdf>
- o Hernández Palomino, J. A., Gallarzo, M., Espinoza Medina J. de J. (2011). Desarrollo Organizacional. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
- o Grupo Abetter Way. (s.f). Cogeneración a partir de biogas. Sector industrial. https://www.gruppoab.com/es/cogeneracion-de-biogas/?gad_source=1&gclid=EAlaIQobChMImlr_5LP_iQMV9iNECB3h2ALsEAAYASAAEgKPnfD_BwE
- o In-Strategy. (s.f). Estrategia. Decisiones a nivel ejecutivo: 5 estrategias para optimizar la eficiencia <https://in-strategy.com/2024/07/22/16545/>
- o Margulies, Newton y Anthony P. Raia. (1974). Desarrollo organizacional: Valores, proceso y tecnología. Editorial Diana,
- o Warner Burke, W. (1988). Desarrollo organizacional: Punto de vista normativo. Sistemas Técnicos de Edición, S.A.
- o Reyes Aguilar, P. (2006). Manufactura Delgada (Lean) y Seis Sigma en empresas mexicanas: experiencias y reflexiones. <https://www.redalyc.org/pdf/395/39520506.pdf>

