



PROYECTA

REVISTA CIENTÍFICA

Nº 19 ENERO-ABRIL **AÑO 7:** 2026 **ISSN:** 2683-331X



INNOVACIÓN

**EDUCATIVA
EMPRESARIAL
ADMINISTRATIVA
PRODUCTIVA
TECNOLÓGICA**

PROYECTA REVISTA CIENTÍFICA, AÑO **7**, NÚMERO **19**, ENERO - ABRIL 2026, ES UNA PUBLICACIÓN CUATRIMESTRAL, EDITADA POR EL **GRUPO DE EDICIONES Y PUBLICACIONES XALAPA S.A.DE C.V.**, CALLE EMILIANO ZAPATA, 15, COL.EL TANQUE, XALAPA, VERACRUZ, C.P. 91156, TEL. (228) 2014857, **WWW.GREPXA.MX/PROYECTA**, **PROYECTA@GREPXA.MX**, EDITOR RESPONSABLE: ANA VICTORIA ORTEGA FERREL. RESERVA DE DERECHOS AL USO EXCLUSIVO NO. **04-2023-081817390600-102**, ISSN: **2683-331X**, AMBOS OTORGADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE DERECHOS DE AUTOR. RESPONSABLE DE LA ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN DE ESTE NÚMERO, DEPARTAMENTO DE DISEÑO Y FORMACIÓN, DRA. ANA VICTORIA ORTEGA FERREL, CALLE EMILIANO ZAPATA, 15, COL. EL TANQUE, XALAPA, VERACRUZ, C.P. 91156, FECHA DE ULTIMA MODIFICACIÓN, 18 DE ENERO DE 2026.

PROYECTA
REVISTA CIENTÍFICA

NÚMERO 19: ENERO - ABRIL
AÑO 7: 2026

DIRECTORA

ANA VICTORIA ORTEGA FERREL

COMITÉ CIENTÍFICO

DANIEL BELLO PARRA
ALICIA PERALTA MAROTO
LOIDA MELGAREJO GALINDO
ROSALIA JANETH CASTRO LARA
DOREIDY MELGAREJO GALINDO

COMITÉ EDITORIAL

ANA VICTORIA ORTEGA FERREL
JORGE HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ
LÁZARO DE JESÚS GARCÍA DÍAZ
IVÁN MONTES NOGUEIRA

COORDINADOR EDITORIAL

LÁZARO DE JESÚS GARCÍA DÍAZ

EDITORIA

ANA VICTORIA ORTEGA FERREL

REVISOR DE ESTILO

IVÁN MONTES NOGUEIRA

DISEÑO Y FORMACIÓN

ANA VICTORIA ORTEGA FERREL

GRUPO DE EDICIONES Y PUBLICACIONES XALAPA. S.A DE C.V.
CALLE EMILIANO ZAPATA #15, COL. EL TANQUE, C.P. 91156,
XALAPA, VERACRUZ
TELÉFONOS: (228) 2014857 (228) 2386072

PROYECTA@GREPXA.MX

WWW.GREPXA.MX/PROYECTA

PROYECTA
REVISTA CIENTÍFICA

GRUPO DE EDICIONES Y PUBLICACIONES XALAPA S.A.DE C.V.

CON RESERVA DE DERECHOS AL USO EXCLUSIVO NO. **04-2023-081817390600-102**, ISSN: **2683-331X**, AMBOS OTORGADOS POR EL INSTITUTO NACIONAL DE DERECHOS DE AUTOR, HACE CONSTAR QUE LOS ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ESTE VOLUMEN CUMPLEN CON TODOS LOS REQUISITOS DE CALIDAD CIENTÍFICA Y NORMALIZACIÓN QUE EXIGE NUESTRA POLÍTICA EDITORIAL Y FUERON ARBITRADOS BAJO UN PROCESO DE ARBITRAJE QUE CONSTÓ DE DOS ETAPAS.

LA PRIMERA REVISIÓN FUE REALIZADA POR PARTE DE LA SECRETARÍA TÉCNICA DE **PROYECTA REVISTA CIENTÍFICA**, QUIEN VERIFICÓ QUE LA PROPUESTA CUMPLIERA CON LOS REQUISITOS BÁSICOS ESTABLECIDOS: ENFOQUE TEMÁTICO, EXTENSIÓN, APEGO A LAS NORMAS DE CITACIÓN, ESTRUCTURA, FORMATO, ENTRE OTROS. POSTERIORMENTE EL TRABAJO PASÓ A UNA PRIMERA LECTURA A CARGO DEL EDITOR EN JEFE QUE FORMA PARTE DEL COMITÉ EDITORIAL, QUIEN DETERMINÓ LA PERTINENCIA DE LA PROPUESTA Y DECIDIÓ QUE CUMPLÍA CON LOS REQUISITOS DE CALIDAD ACADÉMICA.

EN LA SEGUNDA ETAPA EL TRABAJO SE SOMETIÓ AL PROCESO DE EVALUACIÓN DE PARES ACADÉMICOS A TRAVÉS DEL PROCEDIMIENTO DOBLE CIEGO, A CARGO DE ÁRBITROS ANÓNIMOS ESPECIALISTAS EN EL TEMA PERTENECIENTES A INSTITUCIONES EDUCATIVAS A NIVEL NACIONAL E INTERNACIONAL, LO QUE BUSCA GARANTIZAR LA CALIDAD DE LAS REVISIONES.



SUMARIO:

ANÁLISIS DEL PROCESO DE GRABADO DE PLACAS EN UNA EMPRESA DE FOTOGRAFÍA A TRAVÉS DE VSM 1

José Agustín Colina Sánchez
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz
jose.cs@veracruz.tecnm.mx
María del Pilar Rodríguez García
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz
maría.rg@veracruz.tecnm.mx

EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE VIDRIO RECICLADO COMO TECNOLOGÍA SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN 14

Tania Cruz González
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
tania.cg@tuxtepec.tecnm.mx
Candida Álvarez Palafox
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
candida.ap@tuxtepec.tecnm.mx
Sergio Rodríguez Magaña
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
sergio.rm@tuxtepec.tecnm.mx
Eduwiges Mirón Morales
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
eduwiges.mm@tuxtepec.tecnm.mx
Rocio Rivera Bautista
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
alma.rb@tuxtepec.tecnm.mx

REDUCCIÓN DEL PORCENTAJE DE SCRAP EN EL ÁREA DE ENCERDADO IMPLEMENTANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING 27

María Elena Varela Cárdenas
Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán
amor26maria@hotmail.com
Israel Becerril Rosales
Tecnológico Nacional de México/ Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán
israel.becerril@tesjo.edu.mx

EXPERIENCIA DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA CON PLATAFORMAS EDUCATIVAS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ 40

Flor Virginia León
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz



IMPLEMENTACIÓN DE CINCO NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LAS ÁREAS ADMINISTRATIVAS DE UNA EMPRESA ESPECIALIZADA EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS. 51

César Augusto Rogel Gálvez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
cesar.rg@veracruz.tecnm.mx
Israel de Jesús Cruz Mendoza
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
israel.cm@veracruz.tecnm.mx
Luis Moisés Alonso López
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
Luis.al1@veracruz.tecnm.mx
Deidry Guadalupe Pérez Duarte
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L15021496@veracruz.tecnm.mx

ANÁLISIS CRÍTICO DE LA EXPANSIÓN DE UN INSTITUTO TECNOLÓGICO EN LA REGIÓN: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS. 66

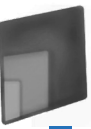
José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx
Patricia Cuenca Sáenz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
cuencaperee@gmail.com
Elany Patricia Ferrer Cuenca
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
l25350057@tuxtepec.tecnm.mx

DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CHATBOT EN WHATSAPP PARA EL ÁREA DE SERVICIO DE AUTOMOTRIZ R&R. 75

Itzamar Crespo Morales
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
itzamarcrespom@gmail.com
Meztli Valeriano Orozco
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
meztli.vo@tuxtepec.tecnm.mx
José Alberto Villalobos Serrano
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.vs@tuxtepec.tecnm.mx
José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx
Antonio Villalobos Serrano
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
antonio.vs@tuxtepec.tecnm.mx

INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA AVANZADA Y AUTOMATIZACIÓN EN ENTORNOS DE EXTREMA HOSTILIDAD. 88

Hilario Palacios Barrientos
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
hilario.pb@tuxtepec.tecnm.mx
José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx
Priscila Ramírez guerrero
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
priscilia.rg@tuxtepec.tecnm.mx



COMPORTAMIENTOS DISRUPTIVOS Y SU IMPACTO EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO. 99

José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx
Dionisio Bravo Hernández
Universidad del Centro de Veracruz
jhonybraher1995@gmail.com
Meztli Valeriano Orozco
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
meztli.vo@tuxtepec.tecnm.mx
Anahin Arau Fabián
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
anahin.af@tuxtepec.tecnm.mx
Elany Patricia Ferrer Cuenca
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
l25350057@tuxtepec.tecnm.mx

METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO INDUSTRIAL AUTOMATIZADA: INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN, CONTROL DISTRIBUIDOS Y ESTANDARIZACIÓN NORMATIVA ISA/ISO. 108

Saúl Rosales Zendejas
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
saulrosales@hotmail.com
José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx
Agustín Ramírez Jiménez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
agustin.rj@tuxtepec.tecnm.mx

EL USO DEL MODELO SEVQUAL COMO INSTRUMENTO PARA MEDIR SATISFACCION DEL CLIENTE EN UNA AGENCIA ADUANAL. 118

Myrna Guadalupe Andrade Estrada
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz
myrna.ae@veracruz.tecnm.mx
José Luis Fernando Palomeque Loyo
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz
jose.pl@veracruz.tecnm.mx
María Alondra Sánchez Ramos
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz
M24023034@veracruz.tecnm.mx

SISTEMA DE INSPECCIÓN DE TUBERÍAS: "PIPECRAWLER". 124

Jorge Arturo Mendoza Sosa
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
jorge.ms@veracruz.tecnm.mx
Francisco Javier Gómez González
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
francisco.gg@veracruz.tecnm.mx
Angel Axel Aquino Sanjuan
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L21020693@veracruz.tecnm.mx
Arath de Jesús Hermida Hernández
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L20021053@veracruz.tecnm.mx
José Fernando Santiago Martínez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L20021110@veracruz.tecnm.mx



AUTOGESTIÓN Y ORGANIZACIÓN SEGÚN GÉNERO EN MYPES 137 **DE LA ZONA MAYA.**

Maria del Carmen Chulim López
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
m.chulim@itscarrillopuerto.edu.mx
Efrén David Turriza Borges
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
Pedro José Rivero Turriza
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto

IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA 149 **EMPRENEDORES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA ECONOMÍA** **CIRCULAR Y EL ODS 8 Y 12: ANÁLISIS DEL CASO COSILILIANA.**

Julia Rivera Moreno
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
julia.rm@veracruz.tecnm.mx
Rubí Rivas Gutiérrez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
m25023036@veracruz.tecnm.mx
Manuel Rivera Moreno
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
manuel.rm@veracruz.tecnm.mx
Daniela Guadalupe Zúñiga Rivera
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
daniela.zr@veracruz.tecnm.mx



ANÁLISIS DEL PROCESO DE GRABADO DE PLACAS EN UNA EMPRESA DE FOTOGRAFÍA A TRAVÉS DE VSM

José Agustín Colina Sánchez
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz
jose.cs@veracruz.tecnm.mx

María del Pilar Rodríguez García
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz
maría.rg@veracruz.tecnm.mx

Fecha de recepción: 10/04/2026

Fecha de aprobación: 30/04/2026

RESUMEN

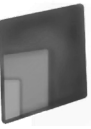
Este estudio analizó la cadena de valor de una empresa dedicada al grabado de placas para cuadros fotográficos. Se empleó Value Stream Mapping (VSM) dentro del enfoque de Lean Manufacturing para desarrollar mapas del estado actual, oportunidades y estado futuro. La herramienta permitió identificar actividades sin valor agregado y proponer mejoras enfocadas en la reducción de desperdicios. Entre las acciones sugeridas se incluyeron supermercados para un almacenamiento eficiente, tarjetas Kanban para optimizar el flujo de trabajo y la aplicación de Mantenimiento Productivo Total (TPM) para incrementar la disponibilidad de equipos críticos. El análisis comparativo mostró que el Lead Time podría reducirse de 6.44 a 1.67 días, y el tiempo de valor agregado de 2.31 a 2.1 horas. El estudio demuestra el potencial de aplicar herramientas Lean en una PyME, aunque las propuestas requieren validación mediante una implementación futura.

Palabras clave: Manufactura Esbelta, TPM, Kanban, mejora continua, eficiencia operativa.

ABSTRACT

This study analyzed the value chain of a company dedicated to engraving plates for photographic frames. Value Stream Mapping (VSM) was used within the Lean Manufacturing approach to develop maps of the current state, opportunities, and future state. The tool made it possible to identify non-value-added activities and propose improvements focused on waste reduction. Suggested actions included implementing supermarkets for efficient storage, using Kanban cards to optimize workflow, and applying Total Productive Maintenance (TPM) to increase the availability of critical equipment. The comparative analysis showed that Lead Time could be reduced from 6.44 to 1.67 days, and value-added time from 2.31 to 2.1 hours. The study demonstrates the potential of applying Lean tools in a small and medium-sized enterprise (SME), although the proposals require validation through future implementation.

Keywords: Value Stream Mapping, Lean Manufacturing, TPM, Kanban, continuous improvement, operational efficiency.



INTRODUCCIÓN

El Value Stream Mapping (VSM) es una herramienta de diagramación de flujo utilizada para visualizar, analizar y optimizar procesos de producción. Su principal objetivo es aumentar el valor entregado al cliente mediante la identificación y eliminación de desperdicios en cada fase del proceso. Como componente fundamental de la metodología Lean Manufacturing, el VSM permite optimizar la manufactura al eliminar subprocesos o tareas que no aportan valor o que interfieren con la eficiencia operativa (Alejo, 2021).

En el caso de una empresa dedicada a la producción de cuadros fotográficos, específicamente en su planta ubicada en la ciudad de Veracruz (donde se realiza el grabado y corte de láminas de aluminio), la aplicación del VSM resulta especialmente valiosa debido a la combinación de actividades técnicas y artesanales involucradas. El proceso inicia con la recepción de materias primas, principalmente láminas de aluminio, las cuales son clasificadas según su grado y cortadas conforme a las especificaciones del producto final. Estas operaciones son fundamentales para asegurar que los cuadros fotográficos cumplan con los estándares de calidad en términos de precisión, acabado superficial y resistencia. No obstante, también son etapas susceptibles a ineficiencias, como tiempos muertos, exceso de inventario, reprocesos o demoras en la entrega.

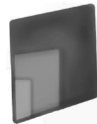
La elaboración de un VSM en este contexto implica mapear detalladamente cada etapa del flujo de valor, desde la recepción de materiales hasta la entrega del producto terminado. Este análisis permite identificar tanto las actividades que generan valor (como el corte preciso o el ensamblado final) como aquellas que no lo hacen, tales como esperas prolongadas, movimientos innecesarios o transporte redundante. Además, el VSM proporciona una visión integral del estado actual del proceso, facilitando la toma de decisiones estratégicas orientadas a la mejora continua (Laiton y López, 2021).

Un aspecto crítico del uso del VSM en esta empresa es su enfoque dual en eficiencia y calidad. Dado que los cuadros fotográficos son productos estéticos y personalizados, cualquier deficiencia en las etapas de producción puede afectar negativamente la experiencia del cliente. Por lo tanto, el mapeo del flujo de valor debe incorporar indicadores de calidad en cada fase, evaluando no solo la velocidad y los costos, sino también los atributos técnicos y visuales del producto final.

En síntesis, la implementación del VSM en la planta de producción de Veracruz no solo busca optimizar recursos y elevar la productividad, sino también consolidar la posición competitiva de la empresa mediante la entrega de productos de alta calidad y tiempos de respuesta eficientes. Esta herramienta se convierte así en un aliado estratégico para transitar hacia una operación más ágil, centrada en el cliente y orientada al crecimiento sostenible (Solís, 2023).

METODOLOGÍA

La metodología empleada se estructuró en diversas etapas secuenciales que permitieron abordar el análisis de manera integral. En primer lugar, se llevó a cabo la recolección de datos mediante observación directa y entrevistas al personal, con el fin de comprender el funcionamiento del proceso y el nivel de adopción de prácticas Lean. Posteriormente, se aplicó un análisis ABC para identificar el producto más representativo en términos de impacto económico y volumen de producción. En la siguiente etapa, se elaboró el Mapa de



Cadena de Valor en su estado actual (VSM Actual), lo que permitió visualizar el flujo completo e identificar desperdicios y áreas críticas. Con base en este diagnóstico, se realizó el análisis del estado actual para detectar oportunidades de mejora, dando paso al diseño del VSM de oportunidad y, finalmente, a la construcción del VSM de estado futuro, en el cual se integraron propuestas orientadas a optimizar la eficiencia operativa y reducir los tiempos del proceso.

El Mapa de Cadena de Valor (Value Stream Mapping, VSM) se empleó como herramienta fundamental para analizar los flujos de valor actuales en el proceso de grabado de placas destinadas a cuadros de graduación. Su aplicación permitió diagnosticar el estado actual del proceso, identificar áreas de desperdicio y proponer un escenario futuro optimizado que promueva la eficiencia operativa y la mejora continua.

Entre los principales beneficios de esta herramienta se encuentra la capacidad de visualizar integralmente el proceso productivo, facilitando la detección de ineficiencias y la generación de propuestas de mejora concretas y fundamentadas.

De acuerdo con Muñoz Arcentales (2022), los beneficios específicos de desarrollar un VSM Actual incluyen:

1. Visibilidad completa del proceso
2. Identificación de desperdicios
3. Detección de cuellos de botella
4. Establecimiento de una línea base para la mejora
5. Identificación de brechas en la comunicación
6. Priorización de áreas críticas para la mejora

Por otro lado, los beneficios esperados de un VSM Futuro contemplan:

1. Reducción de desperdicios
2. Mejora en la eficiencia operativa
3. Disminución de costos
4. Mayor capacidad de respuesta ante la demanda
5. Incremento en la calidad del producto
6. Optimización en el uso de recursos

En conjunto, la implementación del VSM permite establecer una hoja de ruta clara hacia procesos más ágiles, eficientes y orientados a la generación de valor para el grabado de placas de la empresa especializada en fotografías de graduación (Ramírez, 2025).

Recolección de datos

Para iniciar la aplicación de la metodología, se realizó una visita a la sucursal de la empresa especializada en fotografías de graduación, ubicada en la ciudad de Veracruz, con el objetivo de evaluar el estado actual del proceso productivo.

En su planta, la empresa se especializa en la fabricación y procesamiento de cuadros fotográficos. En esta instalación se llevan a cabo las actividades de corte y grabado de láminas de aluminio, que funcionan como base para sus productos. La personalización y la calidad son elementos diferenciadores dentro de su propuesta de valor, con un enfoque particular hacia mercados locales y el sector educativo.

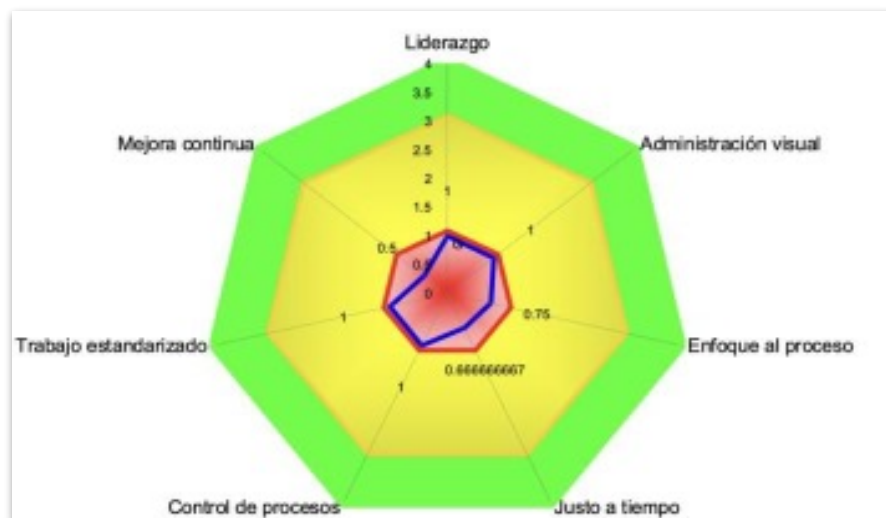


Como parte del diagnóstico, se realizó una entrevista dirigida a identificar el nivel de conocimiento del personal sobre la filosofía de Manufactura Esbelta, la cual busca reducir desperdicios mediante la implementación de herramientas específicas orientadas a la mejora continua de los procesos.

El propósito de esta entrevista fue determinar si las operaciones relacionadas con la producción de placas para cuadros de graduación se realizaban de forma tradicional, si existía interés en adoptar un enfoque basado en Lean Manufacturing, o si ya se encontraban en una etapa inicial o avanzada de implementación. Esta actividad fue denominada "Diagnóstico Lean".

La entrevista fue aplicada con el apoyo de uno de los principales líderes de ventas y procesos internos de la empresa, quien proporcionó información clave para evaluar el grado de adopción de herramientas Lean dentro de las operaciones productivas.

Figura 1. Gráfico de radar "Diagnóstico Lean"



Fuente: Elaboración propia

Los resultados de esta evaluación se presentan a través de un gráfico de radar en la Figura 1, el cual muestra el nivel de aplicación de diversas herramientas de Manufactura Esbelta en el proceso previas al análisis a través del VSM (Iparraguirre y Torres, 2023).

Este tipo de gráfico es particularmente útil para comparar múltiples variables cuantitativas, generalmente entre cuatro y doce. (Chillitupa y Martinez, 2024). En el gráfico, la línea azul representa la calificación asignada a cada herramienta evaluada. El centro, marcado en rojo, indica una puntuación de 0, mientras que el borde exterior, en verde, representa una calificación de 4. La cercanía de la línea azul al centro del gráfico revela un bajo nivel de implementación de herramientas Lean, lo que indica que dicha filosofía aún no forma parte integral de las operaciones diarias de la planta evaluada.

Análisis ABC

Antes de iniciar la elaboración del Mapa de Cadena de Valor (VSM), es fundamental definir el producto que será objeto de análisis, tomando en cuenta el valor que este genera en comparación con otros productos del portafolio de productos de la empresa especializada en fotografías de graduación.

Con este propósito, se aplicó un Análisis ABC, cuyo objetivo es identificar los productos más relevantes según su impacto económico, considerando tanto el valor generado como la frecuencia de pedidos. Esta



herramienta clasifica los productos de una lista en función de su participación en el valor total acumulado, 5 permitiendo enfocar los esfuerzos de mejora en aquellos que tienen mayor impacto (Cuenca, 2021). El primer paso del análisis consistió en identificar los productos fabricados, determinar el costo unitario de producción y analizar la demanda mensual de cada uno. Los datos obtenidos se presentan en la Tabla 1, que muestra los productos comercializados junto con su respectivo costo de producción.

Tabla 1. Productos que se fabrican en la planta de Veracruz.

Número del Artículo	Productos	Precio
1	Placa Piramidal	\$60.00
2	Placa Marquettea	\$60.00
3	Placa Agradecimiento	\$70.00
4	Placa Diploma	\$80.00
5	Placa Nombre	\$25.00

Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se integraron los datos necesarios para realizar el Análisis ABC, los cuales se detallan en la Tabla 2. Esta tabla incluye el volumen mensual monetario (calculado a partir del costo unitario y el número de unidades producidas), así como el porcentaje que representa cada producto respecto al volumen total mensual. Estos valores permitieron clasificar los productos en las categorías A, B y C.

Tabla 2. Análisis ABC de los productos de la planta de Veracruz.

Número del Artículo	Volumen Mensual en Unidades	Costo Unitario	Volumen Mensual (\$)	Porcentaje Volumen Mensual	Porcentaje Acumulado	Código ABC
1	250	\$60.00	\$15,000.00	32.79%	32.79%	A
2	200	\$60.00	\$12,000.00	26.23%	59.02%	B
3	100	\$70.00	\$7,000.00	15.30%	74.32%	C
4	100	\$80.00	\$8,000.00	17.49%	91.80%	C
5	150	\$25.00	\$3,750.00	8.20%	100.00%	C

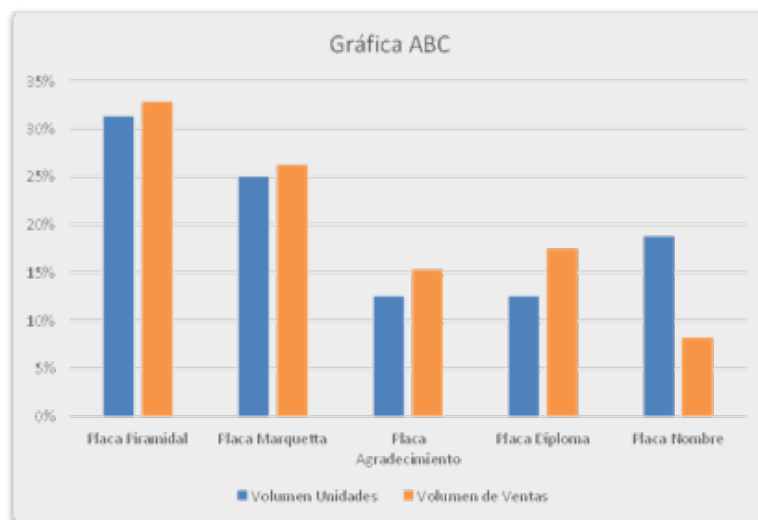
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los criterios propuestos por Chacón (2023), la clasificación se define de la siguiente manera:

- Artículos A: Representan aproximadamente el 80% del valor total generado, aunque solo abarcan el 20% del volumen de unidades.
- Artículos B: Contribuyen con el 15% del valor y comprenden el 30% del volumen.
- Artículos C: Aportan únicamente el 5% del valor, pero representan el 50% del volumen de unidades.



Figura 2. Gráfica de barras del análisis ABC.



Fuente: Elaboración propia

La Figura 2 presenta una gráfica de barras correspondiente al Análisis ABC, la cual permite visualizar la diferencia entre el volumen de unidades producidas (barras azules) y el valor monetario generado (barras naranjas) por cada categoría de productos.

A partir de este análisis, se determinó que el producto más relevante para realizar el VSM es el de placas para cuadros piramidales, ya que presenta la mayor contribución al valor total generado por la empresa, además de ser el más demandado en términos de unidades.

Creación del Mapa de Cadena de Valor (VSM)

Para iniciar con la elaboración del Mapa de Cadena de Valor (VSM), se realizó la recolección de todos los datos necesarios a través de una visita a la planta de la empresa especialista en fotografías de graduación, específicamente al área de producción de placas para cuadros piramidales. Durante esta visita, se tuvo acceso directo al taller donde se ejecuta el proceso productivo, lo que permitió observar el flujo completo de operaciones, registrar los tiempos de ciclo, realizar grabaciones, medir distancias entre estaciones de trabajo y recopilar información crítica para la elaboración del VSM.

Durante la observación, también se identificaron diversos tipos de desperdicio en las actividades diarias, los cuales fueron documentados para su posterior análisis y consideración en la propuesta de mejora.

En la sucursal de Veracruz únicamente se fabrica la placa, la cual posteriormente es enviada a la sucursal de Orizaba para su integración al cuadro fotográfico. Una vez ensamblado el producto final, este regresa nuevamente a Veracruz para su entrega al cliente. Los pedidos de placas se realizan cada lunes, con el objetivo de cubrir una demanda semanal de 63 unidades.

La jornada laboral consta de un turno de 8 horas, equivalentes a 480 minutos o 28,800 segundos. De este tiempo, se descuenta una hora destinada a comida y descanso (60 minutos o 3,600 segundos), lo que deja un tiempo neto disponible de 7 horas, es decir, 420 minutos o 25,200 segundos. De ese total, se destinan 2 horas (120 minutos o 7,200 segundos) exclusivamente a la producción de placas piramidales.

Cada placa de aluminio permite obtener dos placas piramidales. La empresa solicita al proveedor un total de 32 placas a la semana, las cuales son entregadas en un lapso de cinco días hábiles en lotes de



10 unidades. Dentro de la planta se cuenta con cinco máquinas de grabado, de las cuales solo tres están funcionales, ya que las otras dos se encuentran fuera de operación por fallas técnicas.

En la estación de cortado, una sola persona opera dos máquinas. El tiempo de ciclo por pieza es de 180 segundos, y cada máquina dispone de 2,520 segundos diarios, lo que permite producir 14 piezas por máquina, alcanzando una producción total diaria de 28 piezas.

En la estación de grabado, también se cuenta con un operador. El tiempo de ciclo por unidad es de 300 segundos, y cada máquina tiene 1,680 segundos disponibles por día. Esto permite producir seis piezas diarias por máquina. Considerando que solo tres de las cinco máquinas están operativas, la producción total diaria asciende a 17 piezas. Cabe destacar que dos máquinas permanecen fuera de servicio.

Para la estación de acabado, se asigna igualmente un operador. El tiempo de ciclo es de 60 segundos por pieza, y cada máquina cuenta con 2,520 segundos diarios. Esto permite fabricar 42 piezas por máquina. Con dos máquinas en funcionamiento, la producción total diaria alcanza las 84 unidades.

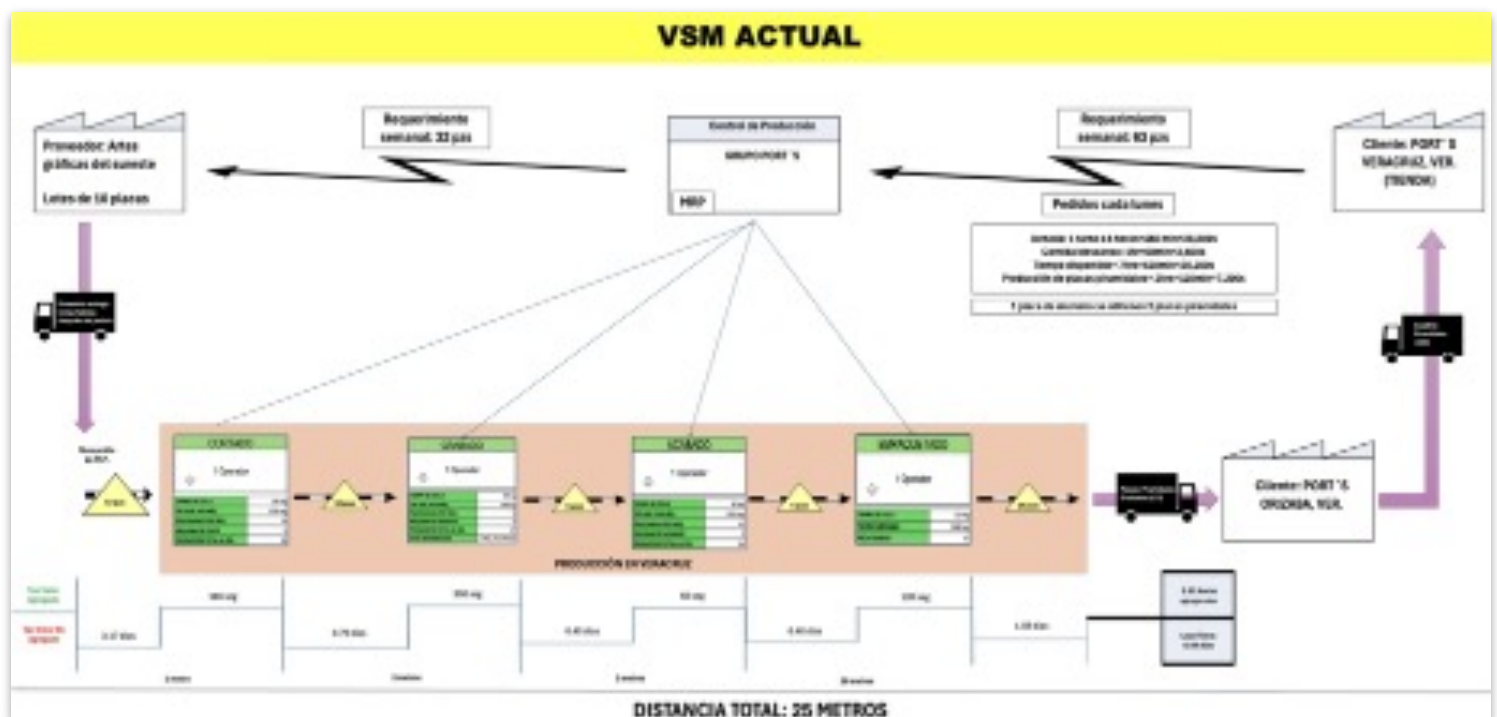
Finalmente, en la estación de empaquetado, un operador realiza las tareas con un tiempo de ciclo de 120 segundos por unidad. El tiempo disponible es de 5,040 segundos, lo que permite empacar 42 piezas al día.

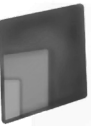
En cuanto al inventario intermedio, se registraron 40 piezas en la recepción de materia prima. Entre las estaciones de cortado y grabado hay un inventario de 10 piezas; entre grabado y acabado, 5 piezas; y entre acabado y empaquetado, también 5 piezas. Finalmente, el almacén de producto terminado cuenta con 20 unidades disponibles para entrega.

Análisis del Estado Actual

Con base en los datos recolectados durante la fase de observación, se procedió a la elaboración del Mapa de Cadena de Valor en Estado Actual (VSM Actual), el cual se muestra en la Figura 3:

Figura 3. Mapa de Cadena de Valor de Estado Actual.





A partir del análisis del VSM de estado actual, se obtuvo la siguiente información clave:

- El proceso completo agrega 2.31 horas de valor al producto.
- El Lead Time total asciende a 6.44 días.
- La distancia total recorrida dentro del flujo de producción es de 25 metros.

Durante el análisis se detectaron diversas oportunidades de mejora que podrían implementarse para optimizar el proceso. Entre las principales destacan:

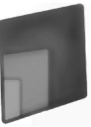
- Aplicación de la metodología 5S en el área de almacén, para mejorar el orden y la eficiencia.
- Implementación de TPM (Mantenimiento Productivo Total) para asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas.
- Incorporación del principio de Jidoka en ciertas operaciones, con el fin de fortalecer la autonomía de los procesos y garantizar la calidad en línea.
- Transición hacia un sistema Pull, que permita producir bajo demanda real en lugar de pronósticos.
- Uso de tarjetas Kanban para gestionar el flujo entre estaciones de trabajo.
- Creación de supermercados entre etapas del proceso, para un control más eficiente del inventario intermedio.

Con base en estas observaciones, se desarrolló el VSM de Oportunidad, en el cual se integran las propuestas de mejora detectadas. Este análisis se enfocó en aquellas áreas con mayor potencial de optimización, buscando reducir desperdicios, mejorar la eficiencia y fortalecer el desempeño operativo general.

RESULTADOS

A partir del análisis del VSM en Estado Actual, fue posible identificar diversas herramientas de Manufactura Esbelta con alto potencial para optimizar el proceso productivo. Tras una evaluación detallada de las áreas críticas, se definieron las siguientes propuestas de mejora:

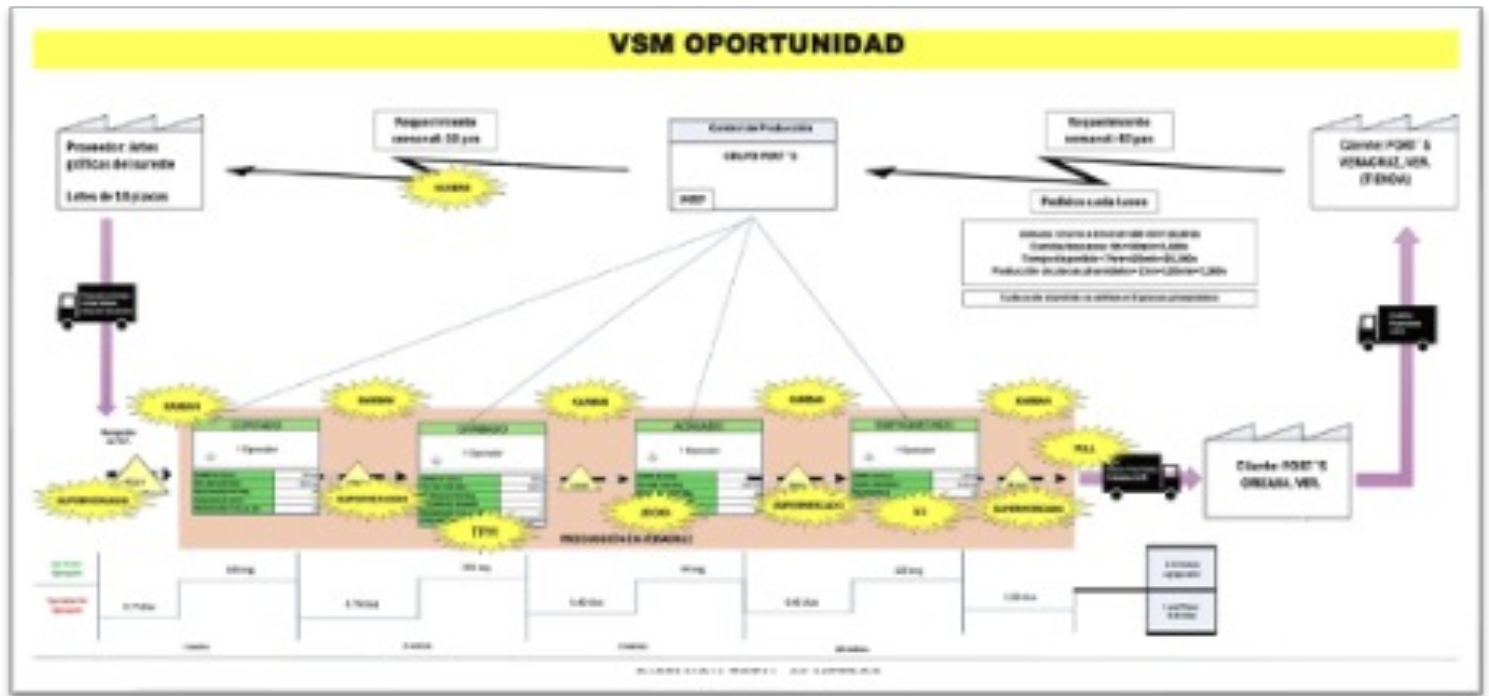
1. Implementación de un sistema Kanban con el proveedor, que permita recibir placas fabricadas a la medida, eliminando desperdicios asociados al exceso o al mal dimensionamiento del material.
2. Aplicación de un sistema Pull en el proceso, con el objetivo de producir bajo demanda real y evitar acumulación innecesaria de inventario en proceso.
3. Kanban entre estaciones, para fortalecer el sistema Pull, especificando la cantidad de material requerido y el momento exacto de reposición.
4. Creación de supermercados entre estaciones, en sustitución de los almacenes intermedios de WIP (Work In Process), con el fin de mantener un inventario controlado y ajustado a las necesidades reales del flujo.
5. Implementación de TPM (Mantenimiento Productivo Total) en las dos máquinas de grabado que actualmente están fuera de servicio, con el objetivo de restaurarlas a condiciones óptimas y así incrementar el volumen de producción.



6. Aplicación de Jidoka en la operación de acabado, permitiendo la detección y corrección inmediata de errores, y evitando que los defectos pasen a la siguiente estación. Esto sustituiría los controles de calidad entre procesos, fortaleciendo la autonomía del operador.
7. Ejecución de la metodología 5S en la estación de empaquetado, con el fin de mantener el área de trabajo limpia, organizada y funcional, lo cual favorece la eficiencia y seguridad.

Con base en estas propuestas, se diseñó el VSM de Oportunidad de la Figura 4, que integra visualmente los puntos de intervención a través de símbolos de "estallido", los cuales representan cada oportunidad de mejora detectada en el proceso.

Figura 4. Mapa de Cadena de Valor de oportunidad.



Fuente: Elaboración propia

Con base en el VSM de Oportunidad, se diseñó el Mapa de Cadena de Valor del Estado Futuro, sustentado en la aplicación de principios Lean Manufacturing, principalmente la eliminación de actividades que no agregan valor, la nivelación de la carga de trabajo (heijunka) y la optimización del flujo continuo.

En la operación de corte, se mantiene un operador, con un tiempo de ciclo de 150 segundos. El tiempo disponible por máquina continúa siendo de 2,520 segundos, permitiendo una producción diaria de 14 piezas por máquina. Con dos máquinas activas, la producción total diaria se mantiene en 28 piezas.

En el área de grabado, se mantiene un operador, con un tiempo de ciclo de 300 segundos por pieza. Se incrementa la capacidad operativa con cinco máquinas funcionales, lo que permite producir un total de 28 piezas al día, equilibrando la producción con la etapa de corte.

En la etapa de empaquetado, permanece un operador, con un tiempo de ciclo de 120 segundos y un tiempo disponible por máquina de 5,040 segundos, permitiendo una salida diaria de 42 piezas, suficiente para cubrir la demanda.

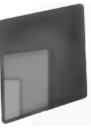
En cuanto al inventario intermedio, se establece la implementación de supermercados entre estaciones, con una capacidad controlada de cinco piezas en cada punto del flujo: desde la recepción de materia

10

15 JANUARY 2005

-





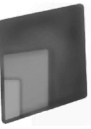
DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir del análisis del Mapa de Cadena de Valor (VSM) evidencian la existencia de ineficiencias significativas dentro del proceso de grabado de placas, particularmente asociadas a tiempos de espera, inventarios intermedios elevados y desbalance en la capacidad productiva entre estaciones. El Lead Time identificado en el estado actual (6.44 días) contrasta notablemente con el tiempo de valor agregado (2.31 horas), lo que confirma la presencia de actividades que no aportan valor al producto y que impactan negativamente en la eficiencia global del sistema. Este hallazgo es consistente con los principios de la Manufactura Esbelta, donde comúnmente se observa que una gran proporción del tiempo total de producción corresponde a desperdicios.

La identificación de cuellos de botella, especialmente en el área de grabado debido a la limitada disponibilidad de maquinaria operativa, resalta la importancia de implementar estrategias como el Mantenimiento Productivo Total (TPM). La recuperación de la capacidad instalada mediante la rehabilitación de equipos fuera de servicio no solo equilibra el flujo productivo, sino que también contribuye a reducir tiempos de espera y mejorar la productividad general. Asimismo, la propuesta de implementar un sistema Pull apoyado en Kanban y supermercados entre estaciones representa un cambio significativo respecto al sistema tradicional, al permitir una producción más alineada con la demanda real y con menor acumulación de inventario en proceso.

Por otro lado, la eliminación de la operación de acabado en el estado futuro, sustentada en la aplicación del principio de Jidoka, plantea una mejora relevante en términos de simplificación del proceso y aseguramiento de la calidad en la fuente. Sin embargo, esta propuesta implica un reto importante en cuanto a la capacitación del personal y la confiabilidad de los procesos, ya que requiere que los operadores tengan la capacidad de detectar y corregir defectos de manera autónoma. En este sentido, la efectividad de esta mejora dependerá en gran medida del grado de adopción de la cultura Lean dentro de la organización. Adicionalmente, la reducción proyectada del Lead Time a 1.67 días y del tiempo de valor agregado a 2.1 horas refleja un impacto positivo considerable derivado de las mejoras propuestas. No obstante, es importante señalar que estos resultados corresponden a un escenario teórico basado en el diseño del VSM de estado futuro, por lo que su validación dependerá de la implementación real de las estrategias planteadas. Factores como la resistencia al cambio, limitaciones de recursos y variabilidad en la demanda podrían influir en los resultados esperados.

En términos generales, el estudio demuestra que la aplicación del VSM, complementada con herramientas de Manufactura Esbelta, constituye un enfoque eficaz para el análisis y mejora de procesos en pequeñas y medianas empresas. Sin embargo, también pone de manifiesto la necesidad de un seguimiento continuo y de una implementación gradual de las mejoras, con el fin de asegurar la sostenibilidad de los resultados y fomentar una cultura organizacional orientada a la mejora continua.



CONCLUSIONES

El análisis del Mapa de la Cadena de Valor (VSM) en sus tres etapas (estado actual, estado de oportunidad y estado futuro) permitió identificar áreas críticas de mejora dentro del proceso de grabado de placas para cuadros fotográficos. Las propuestas generadas contribuyeron a optimizar el flujo de materiales e información, eliminando desperdicios y mejorando la eficiencia general de las operaciones.

La incorporación de herramientas como supermercados, tarjetas Kanban y la filosofía de Mantenimiento Productivo Total (TPM) tendrá un impacto significativo en la reducción de tiempos improductivos, la disminución del inventario en proceso y la mejora en la disponibilidad operativa de los equipos. Estas prácticas facilitarán la transición hacia un sistema de producción más ágil, flexible y alineado con la demanda del cliente.

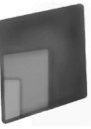
Las mejoras implementadas se traducirán en una disminución sustancial del lead time, lo que incrementará la capacidad de respuesta de la empresa ante los requerimientos del cliente y fortalecerá su posición competitiva en el mercado.

La adopción de estas prácticas no solo generará beneficios inmediatos, sino que también sentará las bases para una cultura organizacional orientada a la mejora continua, garantizando la sostenibilidad y escalabilidad de los resultados a largo plazo.

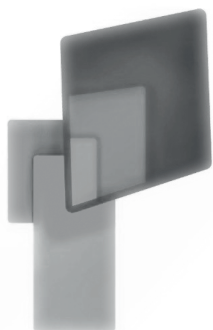
Los enfoques y herramientas analizados en este proyecto podrán ser replicados en otros procesos y áreas de la organización, ampliando el impacto positivo y consolidando el enfoque Lean como un eje estratégico en las operaciones de la empresa especialista en fotografías de graduación.

REFERENCIAS

- Alejo, D. M. (2021). Análisis de las experiencias de la metodología Lean Manufacturing para la eliminación de desperdicios en las empresas industriales durante los últimos diez años. Universidad Privada del Norte, Carrera de Ingeniería Industrial. Lima, Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29052>
- Chacon, L. R. (2023). Implementación de manufactura esbelta para incrementar la productividad en la empresa Novedades y Creaciones Javier's. Lima, Perú: Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/36368>
- Chillitupa, G. M., & Martinez, K. R. (2024). Incremento de la eficiencia productiva mediante la mejora del proceso de producción aplicando Lean Manufacturing y SLP en una empresa termoplástica. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). <http://hdl.handle.net/10757/683056>



- Cuenca, M. (2021). Mejora en el proceso de picking dentro del almacén transitorio de una empresa farmacéutica aplicando herramientas de manufactura esbelta. Guayaquil, Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Iparraguirre, G. K., & Torres, G. O. (2023). Lean Manufacturing como metodología para el aumento de la productividad empresarial: Una revisión sistemática. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología E Innovación*, 10(2), 60-69. <https://doi.org/10.26495/icti.v10i2.2650>
- Laiton, D., & López, L. E. (2021). Análisis del modelo lean manufacturing para el mejoramiento de calidad y producción aplicada a las empresas manufactureras en el sector productivo industrial de las gaseosas. *Tecnología en producción industrial*. Bucaramanga, Colombia: Unidades Tecnológicas de Santander. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/handle/123456789/9320>
- MuñozArcentales, J. B. (2022). Manufactura esbelta para eliminación de desperdicios en PyMEs: Una revisión sistemática de la literatura. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4-2), 483-495. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1279>
- Ramírez, C. I. (2025). METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING EN LAS EMPRESAS PRIVADAS: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA ENTRE LOS AÑOS 2015 - 2024. *YACHAQ*, 8(1), 50-64. https://doi.org/10.46363/yachaq.v8i1_4
- Solís, M. V. (2023). Mejoramiento en el proceso de producción en la fabricación de textiles XAMATEX en la ciudad de Ambato de la provincia de Tungurahua. *Facultad de Mecánica, Carrera de Ingeniería Industrial*. Riobamba, Ecuador : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba. <https://dspace.espace.edu.ec/handle/123456789/21666>



EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE BLOQUES DE CONCRETO HUECO CON INCORPORACIÓN DE VIDRIO RECICLADO COMO TECNOLOGÍA SOSTENIBLE EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN

Tania Cruz González
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
tania.cg@tuxtepec.tecnm.mx

Candida Álvarez Palafox
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
candida.ap@tuxtepec.tecnm.mx

Sergio Rodríguez Magaña
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
sergio.rm@tuxtepec.tecnm.mx

Eduwiges Mirón Morales
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
eduwiges.mm@tuxtepec.tecnm.mx

Rocio Rivera Bautista
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Tuxtepec
alma.rb@tuxtepec.tecnm.mx

Fecha de recepción: 26/01/2026
Fecha de aprobación: 22/02/2026

RESUMEN

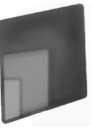
El presente artículo evalúa el desempeño físico y mecánico de bloques de mampostería elaborados con vidrio reciclado triturado como sustitución parcial y total del agregado fino en mezclas de mortero y concreto. Se realiza la caracterización físico-mecánica y granulométrica del vidrio y de los agregados convencionales mediante ensayos de laboratorio normalizados, asegurando su compatibilidad con materiales cementantes. A partir de esta caracterización, se diseñan distintas dosificaciones y se fabrican bloques que son curados bajo condiciones controladas. Finalmente, se determina la resistencia a la compresión individual (f'_{p}) y se comparan los resultados con lo establecido en las Normas Técnicas Complementarias, evaluando su viabilidad como alternativa sostenible en la construcción.

Palabras clave: Concreto, construcción sustentable, Mampostería, material pétreo, vidrio.

ABSTRACT

This article evaluates the physical and mechanical performance of masonry blocks made with crushed recycled glass as a partial and total replacement for fine aggregate in mortar and concrete mixes. The physical-mechanical and granulometric characteristics of the glass and conventional aggregates are characterized using standardized laboratory tests, ensuring their compatibility with cementitious materials. Based on this characterization, different mix designs are developed, and blocks are manufactured and cured under controlled conditions. Finally, the individual compressive strength (f'_{p}) is determined, and the results are compared with those established in the Complementary Technical Standards, evaluating their viability as a sustainable alternative in construction.

Keywords: Concrete, sustainable construction, masonry, stone material, glass.

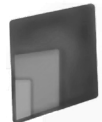


INTRODUCCIÓN

Durante siglos, la industria de la construcción ha dependido intensamente de la extracción de recursos naturales provenientes de minas, bancos de materiales y canteras. Estos materiales son fundamentales para la conformación de capas en pavimentos, la fabricación de elementos prefabricados y la elaboración de mezclas de concreto y asfálticas. Sin embargo, su sobreexplotación ha generado impactos significativos en la flora, fauna y en el equilibrio ecológico de las regiones de explotación, provocando erosión del suelo, pérdida de hábitats, afectaciones en cuerpos de agua y alteraciones ambientales que repercuten directamente en comunidades rurales y ecosistemas locales. En respuesta a esta problemática, en los últimos años se ha promovido el uso de materiales provenientes de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) como una alternativa para reducir el impacto ambiental derivado de la disposición inadecuada de estos desechos. No obstante, existen otros residuos reciclables generados por la actividad humana que presentan características físicas y mecánicas favorables para su aplicación en la construcción, como es el caso del vidrio. En México, la producción de vidrio es considerable debido a su amplia demanda en distintas industrias. Tan solo en 2022, el valor económico de los productos de vidrio superó los 85 mil millones de pesos, con cerca de mil unidades económicas dedicadas a su fabricación. Paralelamente, la acumulación de desechos de vidrio representa un problema ambiental relevante, ya que este material posee una degradación extremadamente lenta y ocupa grandes espacios en vertederos. Por otro lado, el crecimiento constante de la construcción ha incrementado la demanda de cemento y agregados pétreos, especialmente arena, cuya extracción implica la remoción de grandes volúmenes de material natural y genera importantes afectaciones ambientales. A pesar de los avances tecnológicos, las alternativas sustentables en este sector continúan siendo poco adoptadas debido a la falta de difusión, incentivos y normativas específicas que fomenten el aprovechamiento de residuos como sustitutos de materiales convencionales. Además del impacto ambiental, el alto costo de los materiales de construcción representa una barrera para el acceso a vivienda digna, ya que los insumos tradicionales implican elevados costos de producción y transporte. En este contexto, el uso de vidrio reciclado surge como una oportunidad para reducir costos, disminuir la extracción de recursos naturales y promover soluciones más accesibles y responsables. Por ello, el desarrollo de bloques de concreto con incorporación de vidrio reciclado triturado busca evaluar su influencia en las propiedades físicas y mecánicas del material, al mismo tiempo que propone una alternativa sustentable y técnicamente viable frente a los materiales tradicionales. Esta propuesta contribuye a la reducción de residuos, al impulso de la economía circular y a la adopción de prácticas más sostenibles dentro de la industria de la construcción.

METODOLOGÍA

El enfoque metodológico se definió con base en criterios de sostenibilidad y en la caracterización de los materiales empleados. La metodología se estructuró a partir del análisis de los agregados pétreos convencionales y del proceso de obtención y trituración del vidrio reciclado, considerando sus propiedades



físicas y granulométricas para su posible incorporación en mezclas cementantes. La experimentación se realizó conforme a normas nacionales e internacionales vigentes, se realizaron pruebas de laboratorio de materiales para determinar las propiedades físicas del material reciclado, mediante pruebas de tamizado para determinar la granulometría, módulo de finura y densidad del vidrio triturado. Se evaluaron distintas proporciones en el diseño de mezclas y se registraron sus resistencias a la compresión axial en diferentes edades de curado. Asimismo, se analizó el efecto del incremento en el porcentaje de sustitución del agregado fino natural por vidrio reciclado sobre la trabajabilidad y cohesión del concreto en estado fresco, así como en la apariencia y acabado del elemento de mampostería en estado endurecido. La arena utilizada proviene de bancos locales de la región de la Cuenca del Papaloapan, llevando este estudio de manera regional, ya que uno de los objetivos es establecer una comparativa entre el vidrio triturado reciclado y arenas naturales en la elaboración de bloques de concreto hueco con aplicación a muros de carga de tipo estructural. Se diseñó un prototipo de bloque de concreto con propiedades comparables a las de un producto comercial.

Diseño del método experimental

Figura 1. Proceso cuantitativo del proyecto de investigación.



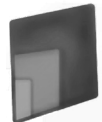
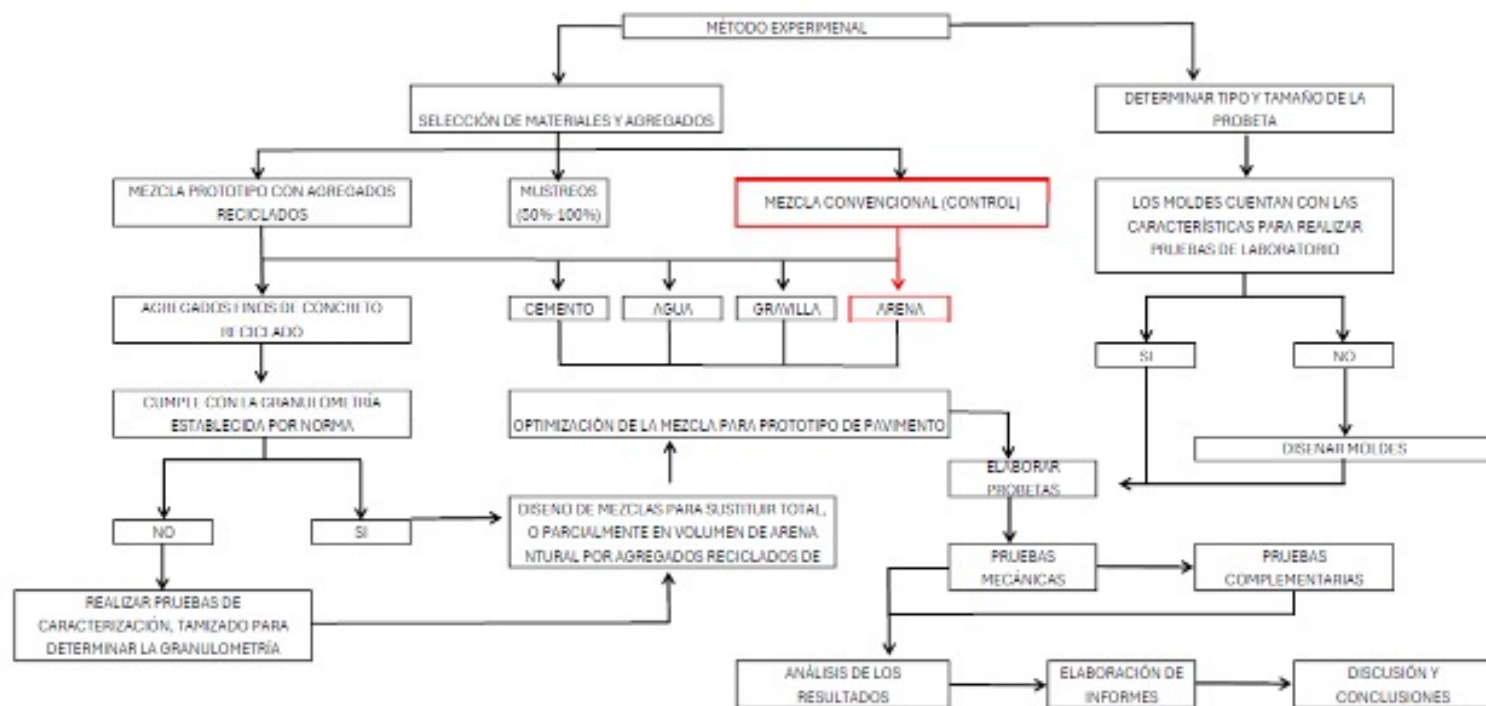
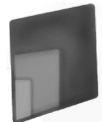


Figura 2. Planteamiento general sobre la secuencia de actividades



El método que se empleó para dar veracidad al estudio es de tipo experimental mediante un proceso cuantitativo, figura 1. En el marco de investigación al de ser de carácter tecnológico, el método que se contempló son las normas técnicas complementarias para el diseño y construcción de estructuras de mampostería del Reglamento de Construcciones del Distrito Federal que dan operatividad, veracidad, repetividad y factibilidad a los resultados que se obtuvieron. El rigor del cumplimiento del método de investigación está directamente relacionado con la calidad de la información obtenida. El proceso experimental para el diseño de una mezcla ideal con agregados reciclados de vidrio triturado mostrados en la figura 2, consta como primer paso el conocer la materia prima y sus propiedades para después hacer la sustitución parcial o total de los agregados finos naturales (arena) por agregados finos de vidrio (50%,60%,70%,80%,90% y 100% de sustitución). Se realiza una comparativa de sus propiedades por caracterización mecánica, tomando como medida de control una mezcla elaborada de forma convencional (Testigo). Los resultados de las pruebas de caracterización mecánica son determinantes para comprobar si los agregados reciclados son capaces de sustituir a los naturales. El objetivo final es obtener un prototipo de block hueco buscando la optimización de la mezcla de concreto con propiedades requeridas por la norma referente. El proceso experimental se desarrolló en siete fases:

- Caracterización de agregado de vidrio reciclado
- Caracterización de materiales pétreos
- Diseño de mezclas
- Fabricación de prototipo
- Curado y control de elementos de mampostería
- Ensayes de laboratorio



Caracterización de agregado de vidrio reciclado

Figura 3. Vidrio sometido a proceso de triturado



El comportamiento del vidrio dentro de la mezcla depende de su tamaño de partícula, forma y distribución granulométrica. Por esta razón, se determinó que la simple incorporación de vidrio sin un control adecuado de su granulometría podría afectar negativamente propiedades fundamentales del block, como la resistencia a la compresión, la trabajabilidad de la mezcla, la adherencia con la pasta de cemento y la durabilidad del elemento final. En función de lo anterior, se realizó una investigación documental orientada a identificar la granulometría permitida para los agregados finos empleados en la fabricación de bloques de mampostería, considerando que los requerimientos granulométricos varían dependiendo del tipo de elemento estructural o no estructural a fabricar. A partir de este análisis, se estableció la necesidad de implementar un proceso de trituración controlado (Figura 3) que permitiera obtener partículas de vidrio con características similares a las de la arena natural, particularmente en términos de tamaño máximo, módulo de finura y distribución de partículas. Se implementó un proceso de trituración controlado conforme a la norma NMX-C-007-ONNCCE-2019, la cual establece los métodos de ensayo para la determinación de la granulometría del agregado, en la figura 4 se observa la distribución granulométrica del vidrio triturado. Asimismo, se consideraron las disposiciones técnicas complementarias aplicables a materiales utilizados en elementos de mampostería de concreto.

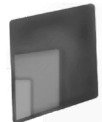
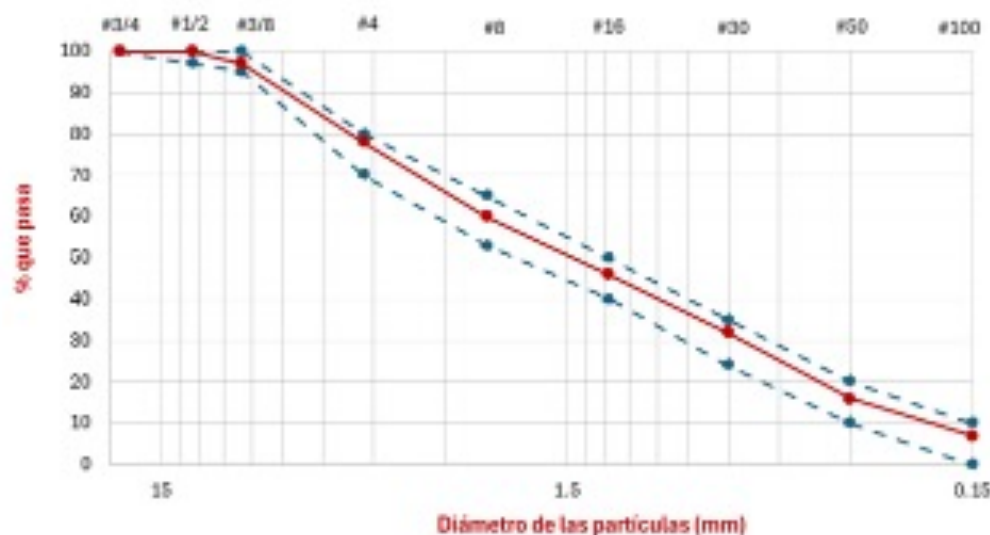


Figura 4. Distribución granulométrica de vidrio triturado de acuerdo con la norma NMX-C-007-ONNCCE-2019

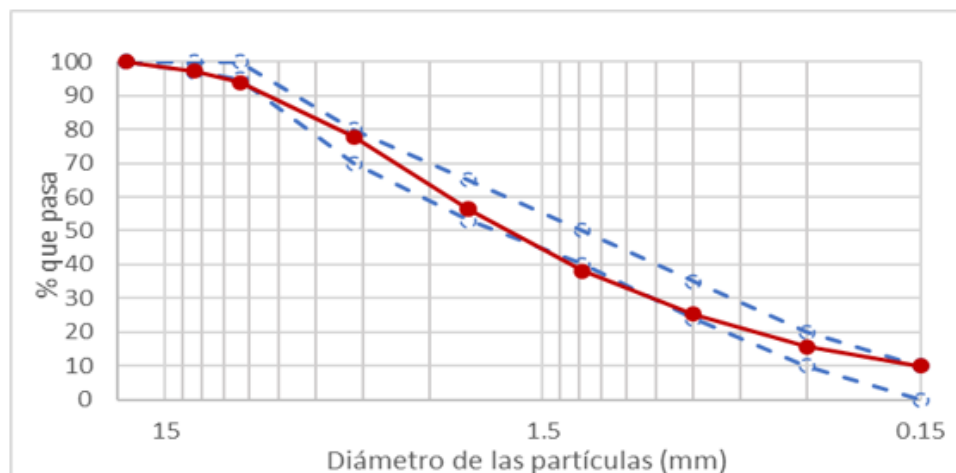


Tamices NMX-C-007-ONNCCE-2019 (mm)	porcentaje que pasa
19	100.00
12.5	97.35
9.5	93.90
4.75	77.83
2.36	58.39
1.18	38.08
0.6	25.23
0.3	15.66
0.15	9.91
0.075	8.69
fondo	2.65

Caracterización de los materiales pétreos naturales

El agregado pétreo grueso convencional utilizado en esta investigación es una caliza triturada proveniente de un banco de material con un tamaño nominal máximo de 12.5 mm. El agregado pétreo fino a sustituir es una arena bien graduada proveniente de un banco de material con un tamaño máximo de 9.50 mm. Ambos agregados llevaron un tratamiento de pruebas para verificar su correcta distribución granulométrica y lavado para retirar el material fino presente. La distribución granulométrica de la arena utilizada se muestra en la figura 5.

Figura 5. Distribución granulométrica de arena de acuerdo con la norma NMX-C-007-ONNCCE-2019



Tamices NMX-C-007-ONNCCE-2019 (mm)	porcentaje que pasa
19	100.00
12.5	97.35
9.5	93.90
4.75	77.83
2.36	56.39
1.18	38.08
0.6	25.23
0.3	15.66
0.15	9.91
0.075	8.69

Diseño de mezclas de concreto

El procedimiento experimental fue estandarizado con el propósito de garantizar la uniformidad, calidad y control de los materiales empleados, así como la repetibilidad de los resultados obtenidos. Asimismo, se definieron las condiciones de fabricación, compactación, curado y almacenamiento de los bloques de concreto, de acuerdo con las normas mexicanas vigentes, para posteriormente someterlos a ensayos de



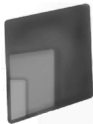
resistencia a la compresión a diferentes edades de curado. Este enfoque permitió analizar la influencia de la **20** incorporación del vidrio reciclado en el desempeño de los bloques de mampostería y evaluar su viabilidad técnica como material sustentable para la industria de la construcción. El proporcionamientos de mezclas para la fabricación de bloques, es mostrada en la tabla 1. Los materiales empleados para la fabricación de los bloques de concreto fueron seleccionados conforme a la normativa vigente aplicable, asegurando su compatibilidad y desempeño adecuado en las mezclas elaboradas (Tabla 2).

Tabla 1. Dosificación unitaria de materiales para la fabricación de un bloque hueco de mampostería

100 % VIDRIO		85% VIDRIO	
Agua	1.83	Agua	1.83
Cemento	2.67	Cemento	2.67
Vidrio	11.00	Vidrio	10.00
Agregado grueso	4.00	Agregado grueso	4.00
Arena	0.00	Arena	1.67
95 % VIDRIO		80 % VIDRIO	
Agua	1.83	Agua	1.83
Cemento	2.67	Cemento	2.67
Vidrio	10.67	Vidrio	9.33
Agregado grueso	4.00	Agregado grueso	4.00
Arena	0.50	Arena	2.33
90 % VIDRIO		75 % VIDRIO	
Agua	1.83	Agua	1.83
Cemento	2.67	Cemento	2.67
Vidrio	10.50	Vidrio	9.00
Agregado grueso	4.00	Agregado grueso	4.00
Arena	1.33	Arena	2.83
87 % VIDRIO		70 % VIDRIO	
Agua	4lt 340ml	Agua	1.83
Cemento	7 kg	Cemento	2.67
Vidrio	33kg	Vidrio	8.33
Agregado grueso	12kg	Agregado grueso	4.00
Arena	5 kg	Arena	3.67

Tabla 2. Materiales empleados en la elaboración de bloques de concreto y normatividad aplicable.

Material	Procedencia / Norma aplicable
Cemento Portland	Norma N-CMT-2-01-001
Agua potable	Norma N-CMT-2-01-003
Agregado Grueso	Grava conforme a Norma N-CMT-2-02-002/02
Agregado Fino	Mezcla de arena y vidrio triturado



Fabricación de prototipo

Figura 6. Equipamiento utilizado para el molde de bloques de concretos huecos durante el proceso experimental



Figura 7. Colocación y compactación manual de la mezcla dentro del molde metálico



Para la fabricación de los bloques de mampostería se utilizó un molde metálico para block hueco de tres celdas, adquirido específicamente para el desarrollo experimental. Una vez obtenido el molde, se procedió a la medición detallada de sus dimensiones geométricas, las cuales sirvieron como base para el cálculo del volumen del bloque y el diseño de las proporciones de la mezcla (Figura 6). Las proporciones de los materiales constituyentes del bloque se determinaron considerando las dimensiones del molde, información técnica disponible y criterios empíricos derivados de pruebas preliminares. La fabricación de los bloques huecos de concreto se realizó conforme a los lineamientos generales establecidos en la NMX-C-007-ONNCCE-2019. El mezclado de los materiales se llevó a cabo mediante una revolvedora de concreto, introduciendo en ella los agregados, el cemento y el agua en las proporciones previamente definidas, hasta obtener una mezcla homogénea de consistencia plástica (Figura 7).

Curado y control de elementos de mampostería

Una vez fabricados los bloques, fueron dejados en reposo durante un periodo inicial de aproximadamente 24 horas para permitir el fraguado inicial. Posteriormente, se introdujeron en tanques de curado con agua limpia, manteniendo un nivel superior al del bloque, conforme a las prácticas recomendadas para el curado de elementos de concreto. Los bloques permanecieron en el área de curado hasta alcanzar las edades establecidas en la tabla 3 para la realización de los ensayos, renovando el agua cada 72 horas para evitar contaminación.

Tabla 3. Edades de curado consideradas para el ensayo de compresión en bloques de concreto, según la NMX-C-036-ONNCCE-2013

Edad del bloque
7 días
14 días
28 días



Ensayes de laboratorio

Previo al ensayo, cada bloque fue retirado del tanque de curado, secado superficialmente y preparado para el cabeceo. Para garantizar una correcta transmisión de carga durante el ensayo de compresión, las caras superior e inferior de los bloques fueron niveladas mediante cabeceo con mortero de azufre, el cual permite corregir irregularidades superficiales y asegurar la perpendicularidad de las superficies de carga. Una vez endurecido el azufre, el bloque fue colocado en la prensa hidráulica, utilizando placas de acero rectangulares para distribuir uniformemente la carga (Figura 8).

Figura 8. Ensaye de resistencia a la compresión individual (f_p) en bloque de concreto hueco



Figura 9. Falla del bloque posterior al ensayo de compresión individual (f_p)



Los ensayos de resistencia a la compresión ($F^{\wedge} p$) se realizaron a las edades conforme a lo establecido en la norma NMX-C-036-ONNCCE-2013, como se muestra en la Tabla 3. La carga se aplicó de forma continua y sin interrupciones hasta provocar la falla del bloque, registrando la carga máxima hasta llevar a la falla al bloque (Figura 9).

RESULTADOS

Tabla 4. Comparación de pesos volumétricos entre arena natural y vidrio reciclado triturado

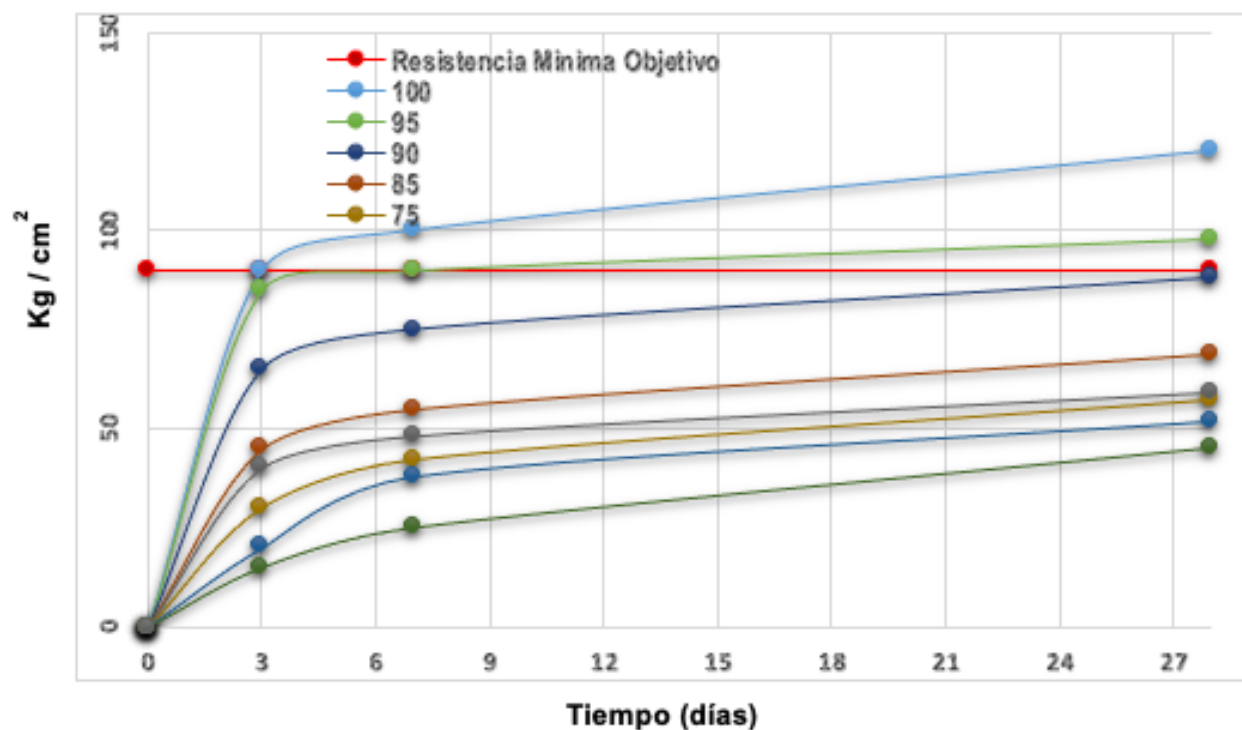
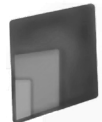
MATERIAL	Nº TARA	PESO DE MOLDE	PESO MATERIAL+ MOLDE	PESO REAL	PESO VOLUMETRICO g/cm^3
ARENA	17	17.8 g	155.2 g	137.4 g	1.455 g/cm^3
VIDRIO	0	18.5 g	149.6 g	131.1 g	1.394 g/cm^3



La caracterización granulométrica de la arena natural y del vidrio reciclado triturado demostró que **23** ambos materiales se encuentran dentro de los límites establecidos para agregados finos conforme a la NMX-C-007-ONNCCE-2019, confirmando la viabilidad del vidrio como material sustituto del agregado convencional. Asimismo, la comparación de pesos volumétricos evidenció la menor densidad del vidrio respecto a la arena, condición que influye directamente en el comportamiento de las mezclas (ver Tabla 4). Durante el proceso de trituración se evaluaron distintas configuraciones de tiempo y número de esferas en el equipo de desgaste de Los Ángeles, identificándose una condición de operación que permitió obtener una distribución granulométrica compatible con los parámetros normativos para agregados finos, garantizando su adecuada integración en el diseño de mezclas (ver Fig 4 y 5). En cuanto al desempeño mecánico, los ensayos de compresión realizados a diferentes edades de curado conforme a la NMX-C-036-ONNCCE-2013 evidenciaron una relación directa entre el porcentaje de sustitución de arena por vidrio reciclado y la resistencia obtenida. Se observó un incremento progresivo en la resistencia conforme aumenta el contenido de vidrio triturado bajo una granulometría controlada, alcanzando valores compatibles con los requerimientos normativos para bloques de mampostería no estructural (ver Tabla 5). Asimismo, se identificó que las mezclas con mayores porcentajes de vidrio modifican la trabajabilidad del concreto fresco y requieren mayor control en la compactación, situación que se refleja en la variabilidad observada en edades tempranas. En general, los resultados obtenidos permiten establecer que, bajo un adecuado control en el proceso de trituración, clasificación granulométrica y dosificación, el vidrio reciclado triturado puede sustituir al agregado fino convencional sin comprometer el desempeño mecánico requerido por la normativa vigente

Tabla 5. Evolución de la resistencia a la compresión de bloques huecos según la edad de curado

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE BLOQUES HUECOS EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE CURADO						
NUMERO DE MUESTRA	ARENA %	CRISTAL %	REISTENCIAS OBTENIDAS (Días)			
			0	3	7	28
			Kg / cm ²	Kg / cm ²	Kg / cm ²	Kg / cm ²
1	0	100	0	90.00	100.00	120.00
2	5	95	0	85.00	90.00	98.00
3	10	90	0	65.00	75.00	88.00
4	15	85	0	45.00	55.00	69.00
5	20	80	0	40.00	48.00	59.00
6	25	75	0	30.00	42.00	57.00
7	30	70	0	20.00	38.00	52.00
8	35	65	0	15.00	25.00	45.00

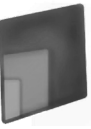


DISCUSIÓN

A partir de los resultados de pruebas de compresión en los elementos prefabricados diseñados se analizará si se alcanzaron las resistencias objetivo. Cada vez que se realice un diseño se buscará la reducción de la huella de carbono y economía en la producción de los elementos prefabricados mediante el diseño de nuevas mezclas. En esta investigación se elaboraron 25 especímenes de blocks de concreto hueco elaborados en laboratorio, bajo condiciones de frecuencia y temperatura controlada. Los especímenes se elaboraron usando combinaciones de agregados pétreo grueso y vidrio reciclado triturado en las siguientes proporciones: 100-90-10, 80-20 y 70-30. Se realizaron un total de 4 especímenes por cada proporción para poder realizar un mejor análisis de los resultados.

CONCLUSIONES

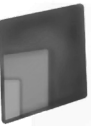
Con base en los resultados obtenidos en la presente investigación, se concluye que la incorporación de vidrio reciclado en la fabricación de bloques de concreto representa una alternativa técnicamente viable y ambientalmente favorable para la industria de la construcción. La evaluación del desempeño de los bloques permitió analizar la influencia del vidrio reciclado como sustituto parcial del agregado fino en las propiedades físicas y mecánicas del material. Los ensayos realizados evidenciaron que la incorporación controlada de vidrio reciclado puede cumplir con los requerimientos técnicos establecidos para bloques de concreto, siempre que se definan adecuadamente los porcentajes de sustitución y el proceso de fabricación.



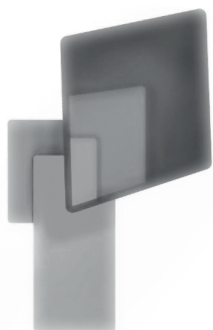
La comparación con bloques de concreto convencional permitió identificar variaciones en parámetros como resistencia a la compresión, absorción de agua y densidad, lo cual proporciona información relevante para su posible aplicación en elementos de mampostería no estructural. Desde el punto de vista ambiental, el uso de vidrio reciclado contribuye a la reducción de residuos sólidos, considerando que en México únicamente alrededor del 12 % del vidrio generado es reciclado. Asimismo, esta alternativa favorece la disminución de la demanda de agregados naturales, mitigando los impactos ambientales derivados de la extracción intensiva de arena y promoviendo prácticas alineadas con los principios de sostenibilidad y economía circular. En el ámbito económico, la sustitución parcial del agregado fino por vidrio reciclado presenta un potencial para la optimización de costos en la producción de bloques de concreto, al reducir la dependencia de materiales convencionales y fomentar el aprovechamiento de residuos disponibles localmente. No obstante, su viabilidad económica depende de factores como la disponibilidad, el procesamiento y la logística del vidrio reciclado. Finalmente, el presente estudio aporta información técnica que respalda el uso del vidrio reciclado como material alternativo en la fabricación de bloques de concreto, sentando bases para futuras investigaciones y para el desarrollo de tecnologías constructivas más sostenibles e innovadoras.

REFERENCIAS

- Asociación Mexicana de Productores de Vidrio (AMPV). (2023). Informe anual de reciclaje de vidrio en México. Ciudad de México: AMPV.
- Chimenos, J. M., Fernández, A. I., Miralles, L., Segarra, M., & Espiell, F. (2009). Short-term leaching tests of glass waste. *Waste Management*, 29(9), 2453–2458. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.05.002>
- García, J., & López, R. (2019). Uso de vidrio reciclado como sustituto de agregados en la construcción: propiedades mecánicas y ambientales. *Revista Ingeniería Civil*, 23(2), 45–56.
- Villagrán, R., & Mendoza, D. (2021). Incorporación de residuos en materiales de construcción: análisis de viabilidad técnica y ambiental. *Revista de Tecnología y Construcción Sustentable*, 15(1), 65–78.
- ASTM International. (2018). ASTM C125-18: Standard terminology relating to concrete and concrete aggregates. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2002). Norma Técnica Complementaria M-MMP-4-04-006/02: Métodos de prueba – Concreto – Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos. Ciudad de México: SCT.
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT). (2002). Norma N-CMT-2-02-002/02: Materiales – Concreto hidráulico – Especificaciones. Ciudad de México: SCT.



Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación (ONNCCE). (2019). NMX-C-007-ONNCCE-2019: Industria de la construcción – Cementos hidráulicos – Determinación de la resistencia a la compresión. Ciudad de México: ONNCCE.



REDUCCIÓN DEL PORCENTAJE DE SCRAP EN EL ÁREA DE ENCERDADO IMPLEMENTANDO HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

27

María Elena Varela Cárdenas
Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán
amor26maria@hotmail.com

Israel Becerril Rosales
Tecnológico Nacional de México/Tecnológico de Estudios Superiores de Jocotitlán
israel.becerril@tesjo.edu.mx

Fecha de recepción: 01/04/2026
Fecha de aprobación: 28/04/2026

RESUMEN

Este estudio presenta la implementación de herramientas de Lean Manufacturing para reducir el porcentaje de scrap en el proceso de encerado de cepillos de dientes. A través de la aplicación de la metodología DMAIC, el uso de dispositivos Poka-yoke, el Mantenimiento Productivo Total (TPM) y el análisis mediante el Diagrama de Causa Raíz, se logró identificar y eliminar las principales fuentes de error en el proceso.

Como resultado, el scrap se redujo de 12% a 0.5%, generando una mejora significativa en la eficiencia operativa, la calidad del producto y los costos de producción. Además, se optimizó el desempeño de la maquinaria, se disminuyeron los paros no programados y se fortaleció el control del proceso. Los resultados obtenidos demuestran la efectividad de las herramientas de mejora continua en entornos industriales, así como su capacidad de replicarse en otros procesos productivos. Finalmente, se destaca la importancia del monitoreo constante y la capacitación del personal para asegurar la sostenibilidad de las mejoras alcanzadas.

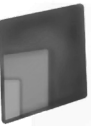
Palabras clave: Scrap, Proceso de encerado, Lean Manufacturing

ABSTRACT

This study presents the implementation of Lean Manufacturing tools to reduce the scrap rate in the toothbrush bristling process. Through the application of the DMAIC methodology, the use of Poka-yoke devices, Total Productive Maintenance (TPM), and Root Cause Analysis, the main sources of error in the process were identified and eliminated. As a result, scrap was reduced from 12% to 0.5%, achieving a significant improvement in operational efficiency, product quality, and production costs. Additionally, machine performance was optimized, unplanned downtime was reduced, and process control was strengthened.

The results demonstrate the effectiveness of continuous improvement tools in industrial environments, as well as their potential for replication in other production processes. Finally, the importance of ongoing monitoring and staff training is highlighted to ensure the sustainability of the improvements achieved.

Keywords: Scrap, Bristling Process, Lean Manufacturing



INTRODUCCIÓN

En la industria farmacéutica, la calidad garantiza la efectividad y seguridad en la elaboración de un producto, por esto el proceso debe ser riguroso y cumplir con las normativas vigentes. (Tecnologico de Monterrey, 2025)

El Lean Manufacturing es una filosofía de gestión orientada a la eliminación sistemática de desperdicio(muda) en los procesos productivos, con el propósito de maximizar el valor para el cliente utilizando la menor cantidad de recursos. Este enfoque, originado en el sistema de producción de Toyota, se sustenta en principios como la mejora continua (kaizen), la eficiencia operativa y la calidad en cada etapa del proceso. La palabra lean se refiere a la eliminación de cualquier desperdicio, exceso o actividad innecesaria en la producción, lo que se traduce en una empresa más eficiente y competitiva (ESYPRO, 2023)

El desperdicio de acuerdo a los establecido por Fujio Cho, expresidente de Toyota, se define como es cualquier cosa que no sea la cantidad mínima de equipo, materiales, piezas y obreros (horas de trabajo) absolutamente esenciales para la producción. (Muñoz Guevara, Zapata Urquijo, & Medina Varela, 2022)

En este contexto, el desperdicio derivado de los errores constituye una de las formas más reconocidas dentro del ámbito industrial, aunque representa una significativa pérdida de productividad. Este tipo de desperdicio engloba a todas aquellas actividades adicionales que deben realizarse como consecuencia de no haber ejecutado correctamente el proceso desde la primera vez, tales como retrabajos, correcciones, inspecciones adicionales o incluso la eliminación de productos defectuosos. En consecuencia, no solo incrementan los costos operativos, sino que también afecta la eficiencia general del sistema productivo.

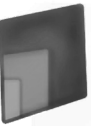
Dentro de lean manufacturing se identifican siete tipos principales de desperdicio: almacenamiento, sobreproducción, tiempo de espera, transporte o movimientos innecesarios, defectos, rechazos y reprocesos. (Hernández Matías & Vizán Idoipe, 2013)

En este sentido el scrap generado en la enceradora durante la producción de cepillos dentales se clasifican principalmente como un desperdicio por defecto, ya que representa productos o materiales que no cumplen con los estándares de calidad establecidos.

Este tipo de desperdicio es especialmente crítico porque no solo implica pérdida directa de materia prima, si no también costos adicionales asociados al reprocesamiento, manejo de residuos y posible afección en la eficiencia del proceso. Desde la perspectiva lean, la reducción del scrap debe abordarse mediante herramientas como el análisis de causa raíz, la estandarización de procesos y la mejora continua, con el fin de prevenir su recurrencia y optimizar el desempeño global del sistema productivo.

Poka-yoke en japonés significa "aprueba de errores". Es un método que se implementa en las empresas con el objetivo de prevenir y disminuir los errores en los procesos para generar productos o servicios. Por ello, también influye en la calidad de los mismos y, además, evita los riesgos, mejorando así la reducción de costos y la productividad en una compañía.

El método fue creado por Shigeo Shingo en la década de los 90, en la compañía de Toyota.el ejecutivo tenía la idea de eliminar los errores desde la fuente principal para obtener una calidad absoluta de cada proceso. Así se crearon los dispositivos Poka-Yoke que consisten en:



- Dispositivos de advertencia: advierte al usuario que cometió una falta por medio de una notificación o alarma.
- Dispositivo de control: detiene el proceso o el funcionamiento de una máquina si se ha cometido un error. Es recomendado cuando dicha equivocación pone en riesgo al empleado o bien al usuario o cliente final del producto o servicio que se esté desarrollando. (esan, 2018)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología Lean Manufacturing de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación de las personas. (TOYOTA, 2024)

5S se basa en cinco principios, clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. Mediante la implementación de estos principios, se busca crear un ambiente de trabajo ordenado, limpio y seguro. La organización adecuada de herramientas, materiales y equipos permite reducir los tiempos de búsqueda y minimizar los errores. La limpieza constante ayuda a prevenir accidentes y mejorar la calidad de los productos. (Tecnologico de Monterrey, 2023)

METODOLOGIA

Se realizó un diagrama de flujo con el fin de analizar de manera integral el proceso de inicio a fin con el objetivo de identificar los posibles modos de falla en la encerdadora, desde la fabricación del mango en el área de inyección, su traslado al área de encerdado por parte de almacén, así como el arranque de la producción, donde se efectúa la colocación de las cerdas y el estampado, cuando así se requiere.

En el presente diagrama de flujo (Figura 1) se identifican los puntos de inspección de calidad. En los que se determina la conformidad del producto para su liberación al área de empaque. Así mismo el conocimiento integral del proceso resulta fundamental para reconocer las etapas en las que es posible prevenir los modos de falla.

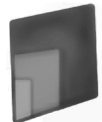
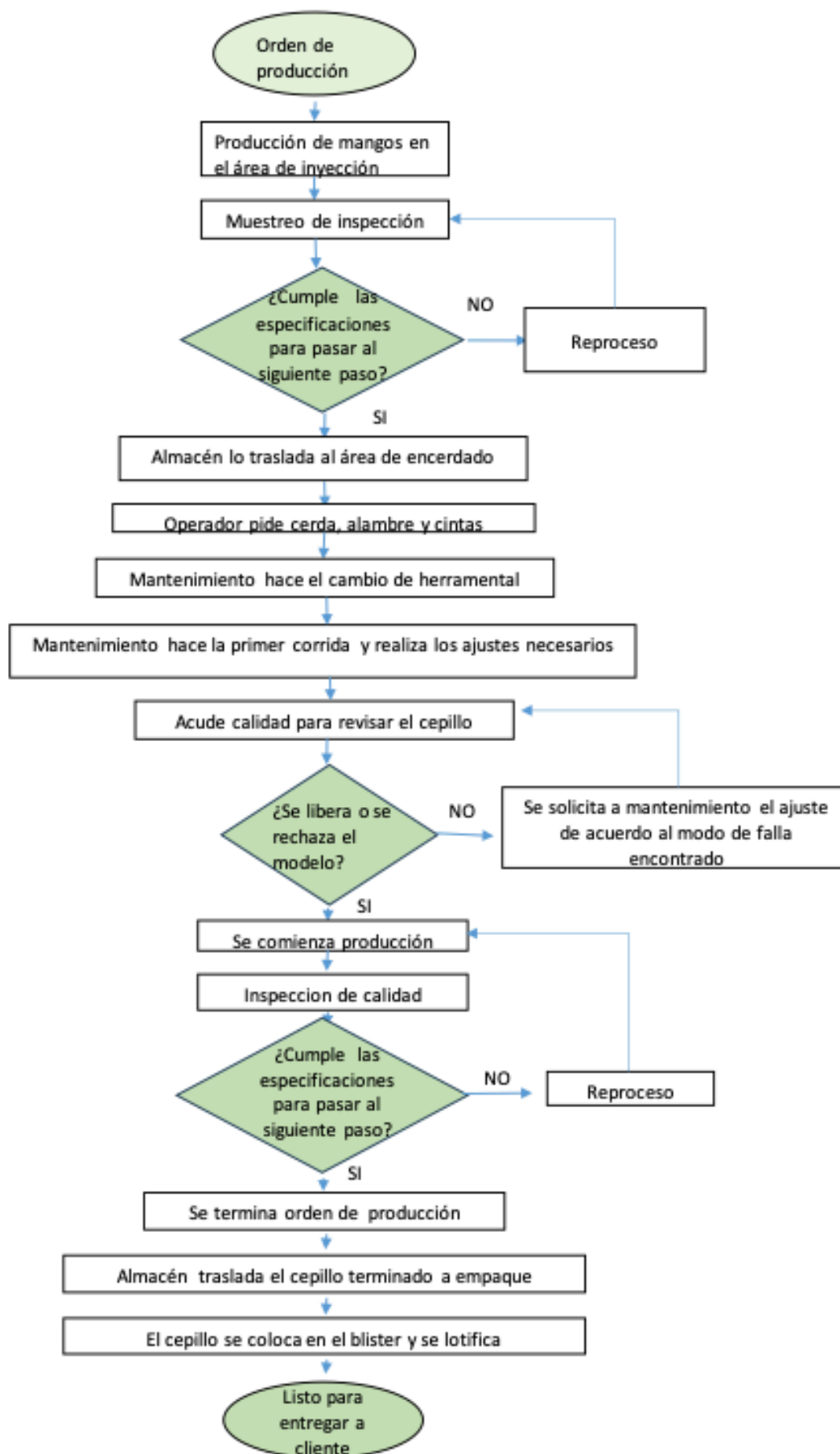
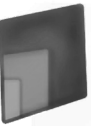


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso





Modos de fallas más comunes

Se realizó un diagnóstico de la encerdadora con el fin de tener conocimiento de los modos de falla más comunes, los cuales son:

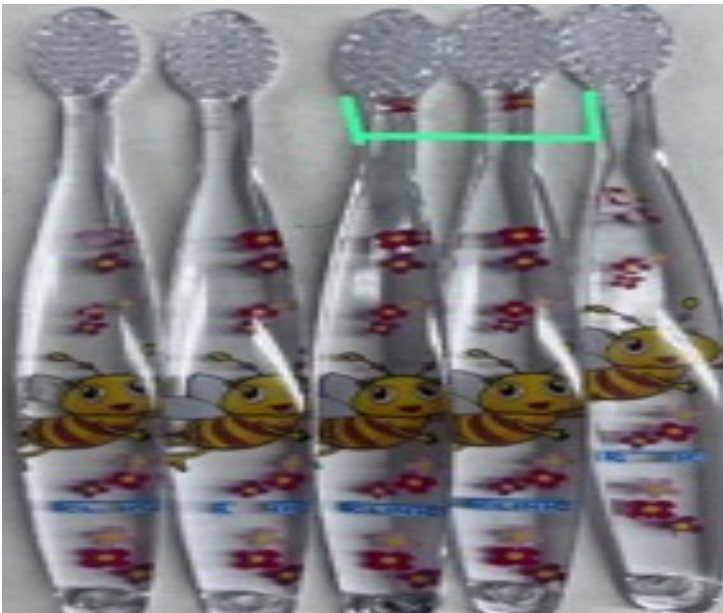
- Cerdas cortas: están por debajo de un milímetro y no alcanzan redondeo afectando al funcionamiento además de ocasionar una mala apariencia, como se observa en la Figura 2.

Figura 2. Cerdas cortas



- Estampado desplazado: afecta la apariencia, por lo que se considera crítico ya que en algunas ocasiones como consecuencia trae el rechazo del cliente (Figura 4).

Figura 4. Estampado desplazado



- Corte irregular: afecta el funcionamiento y apariencia, ya que no se encuentra dentro del tamaño estándar de calidad, cabe destacar que este modo de falla tiene tolerancia de 1 milímetro (Figura 3).

Figura 3. Corte irregular



- Estampado incompleto: en algunas ocasiones la tolerancia puede ser de una letra la que se vea incompleta pero legible sin embargo este modo de falla ocurre de manera frecuente (Figura 5).

Figura 5. Estampado incompleto





- Barrenos vacíos: suele ocurrir al arrancar la máquina, pero si sucede debe parar la maquina y realizarse un ajuste de manera inmediata (Figura 6).

Figura 6. Barrenos vacíos



- Fractura: este modo de falla en ocasiones es consecuencia de una capacitación incorrecta al operador y ocurre solo en cepillo que deba llevar cepillo interdental impidiendo que pase al siguiente proceso (Figura 7).

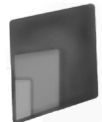
Figura 7. Fractura de área de cavidad



Como es evidente en algunas ocasiones la misma maquina fractura los mangos cuando los toma y coloca la cerda. Se recopilaron registros anteriores de porcentaje de scrap obtenido en algunos modelos, como se observa en la Tabla 1.

Tabla 1. Registro de producción

FECHA		02/9/2024					
AUXILIAR OPERADOR DE PRODUCCION		CAROLINA, LUIS, ALEJANDRA					
TURNO		X			PIEZAS POR MINUTO	21	
HERRAMENTAL		XX			CANTIDAD A FABRICAR	63,140	
MODELO		XXX			# ORDEN	001/ MO / 00588	
TIEMPO EN MINUTOS		% EFICIENCIA	# CAJAS	SCRAP	# DEFECTO	%SCRAP	CANTIDAD BUENA ACUMULADA
INICIO	FIN	54%	2	97	A17E (estampado incompleto)	5.1	50,512
06:30	09:15						
INICIO	FIN	36%	2	60	A17E (estampado incompleto)	3.2	52,316
09:15	13:10						
INICIO	FIN	38%	2	132	A17E (estampado incompleto)	7.4	54,654
13:10	15:15						
INICIO	FIN	21%	2	159	A17E (estampado incompleto)	9.2	56,879
15:15	18:30						



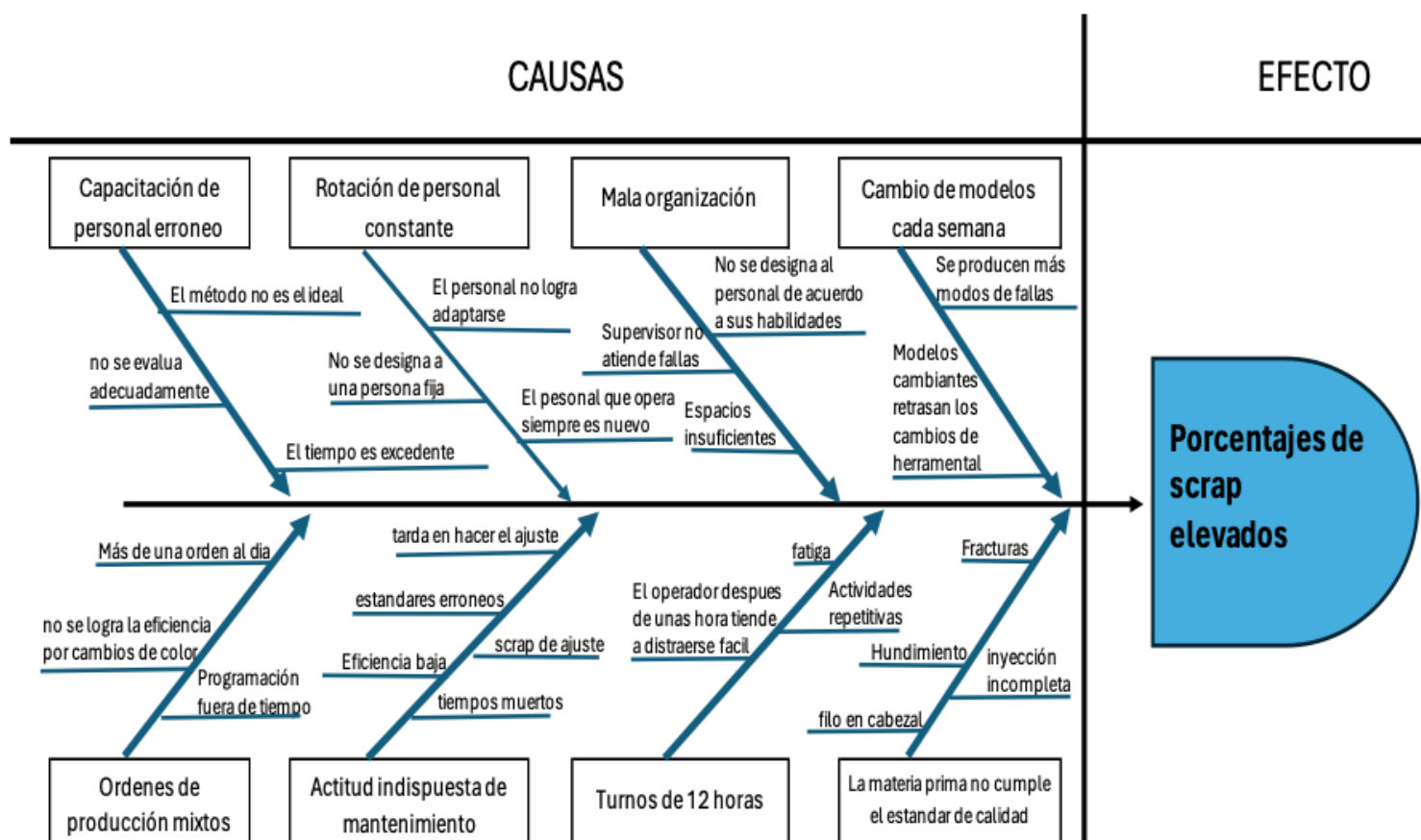
Como se puede observar en las imágenes en los registros que se pudieron rescatar de forma escrita los 33 porcentajes de scrap y eficiencia son menores a los esperados además de que existen demasiados paros de mecánicos.

Cabe destacar que el scrap generado por descuido del operador al no identificar el modo de falla se captura en sistema por lo que el scrap aumenta al doble.

Diagrama de Ishikawa

Se elaboro el Diagrama de Ishikawa que se muestra en la Figura 8 para identificar los distintos modos de fallas y las causas que originan el scrap.

Figura 8. Diagrama Causa Efecto



Metodología DMAIC

Se utilizo la metodología seis sigma para reducir los niveles de scrap.

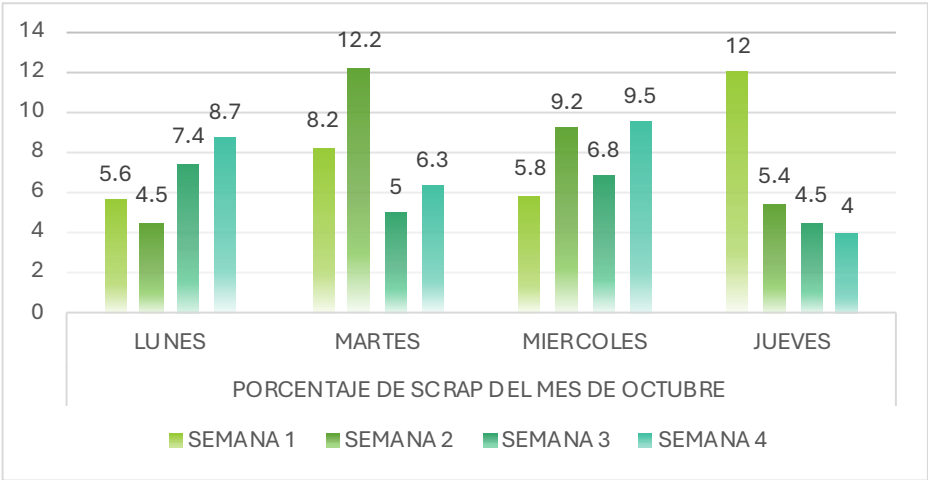
1. Definir: Establecer los objetivos, el alcance y los problemas a resolver.

El problema principal consiste en la reducción de los porcentajes de scrap en la encerdadora que presenta los mayores índices de rechazo, los cuales se originan principalmente por los cambios frecuentes de modelos de cepillos. Para ello, se propone la aplicación de diversas herramientas de la metodología Lean Manufacturing, con el objetivo de optimizar el proceso, estandarizar las mejoras y facilitar su posterior implementación en otras encerdadoras y áreas de la organización. (Pérez-Domínguez, Pérez-Blanco, García-Villalba, & Gómez-Zepeda, 2020)



2. **Medir:** Recopilar datos y establecer un punto de referencia de rendimiento, para ello se graficó el 34 porcentaje de scrap generado durante el mes de octubre, como se muestra en la Grafica 1.

Gráfica 1. Porcentaje de scrap obtenido en el mes de octubre



En la gráfica podemos observar que los porcentajes de scrap son altos en todas los días y semanas, es un problema grave para la empresa porque genera pérdidas significativas además de no lograr completar las ordenes de producción, es un problema que se ha tratado de erradicar con anterioridad, pero no se obtienen los resultados esperados.

3. **Analizar:** Identificar las causas raíz de los problemas, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Análisis de Modos de fallo

Modo de fallo	Frecuencia
Cerda corta	60%
Corte irregular	40%
Estampado desplazado	75%
Estampado incompleto	60%
Grapa expuesta	15%
Fractura	20%
Hundimiento	35%
Barreno vacío	70%
Falta de filamentos	50%
Falta de redondeo	25%

Los modos de falla que se observan en la tabla son los encontrados en los pasos anteriores y la frecuencia con la que ocurren.

4. **Mejorar:** proponer y probar soluciones para mejorar el proceso

En este paso se realizó un formato de mejora (Figura 9) con el fin de involucrar a todo el personal (mecánicos, líder de producción y calidad).



Figura 9. Formato de horarios de inspección

FECHA Y TURNO _____
MAQUINA _____
MODELO _____
ORDEN _____

HORA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	OBSERVACIONES	FIRMA DEL RESPONSABLE
08:00 a. m.																							MECANICO
09:00 a. m.																							MECANICO
10:00 a. m.																							MECANICO
HORARIO DE COMIDA																							
12:00 p. m.																							CALIDAD
01:00 p. m.																							CALIDAD
02:00 p. m.																							CALIDAD
03:00 p. m.																							CALIDAD
HORARIO DE BREAK																							
04:00 p. m.																							LIDER
05:00 p. m.																							LIDER

5. **Controlar:** Asegurar que las mejoras se mantengan y que el proceso siga funcionando correctamente, para ello se implementaron algunas metodologías de manufactura esbelta.

Realizar un estudio TPM

Se implemento el Formato de la Figura 10 para garantizar el buen funcionamiento de las maquinas. Este es un formato se realizó con el fin de que al inicio del turno el operador inspeccione su máquina y prevenga modos de falla y reduzca tiempos muertos en el proceso de producción.

Figura 10. Formato de mantenimiento productivo total

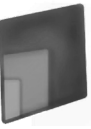
FECHA		FORMATO DE MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL	
MAQUINA			

FASE	Mantenimiento Autónomo (Operadores)	ACCIONES	SI	NO
#1	Capacitar a los operarios para que realicen mantenimiento preventivo básico.	Cambio de lengüeta		
		Acomodo de cerda		
		Cambio de cinta		

FASE	Mantenimiento Planificado	ACCIONES	SI	NO
#2	Establecer un plan de mantenimiento preventivo detallado que cubra cada máquina, con intervenciones programadas para evitar fallas.	Maquina Liberada		
		Inspección de redondeadores		
		Puertas cerradas		
		Cambio de espada		
		Encender estampadora		

FASE	Mantenimiento Correctivo	ACCIONES	SI	NO
#3	Implementar un sistema de diagnóstico para identificar y corregir fallas rápidamente.	Junta diaria		
		Señalamientos		
		Timbres		
		separación de scrap		
		Elaboración de variables		

FASE	Mejora en la Calidad	ACCIONES	SI	NO
#4	Reducir la variabilidad en la calidad de los productos y mejorar la uniformidad del cepillo de dientes.	Pruebas de retención		
		calibración de redondeadores		
		Calibración de cortadores		
		Calibración de mordazas		



Poka Yoke

Se diseñaron distintos Poka Yoke de acuerdo con los modelos que obtuvieron el porcentaje de scrap más crítico, en la Figura 11 podemos observar una de ellas.

Figura 11. Ayuda visual de límite de tolerancia de desplazamiento de estampado



En esta ayuda visual se le indica cual es el estampado que se encuentra dentro de los límites y cual ya no es aceptable, con el fin de que el operador identifique las piezas buenas de las malas y pida un ajuste a tiempo antes de elevar el porcentaje de scrap.

Resulta más fácil al operador identificar las piezas malas y las que aún están dentro de los límites al utilizar estos Poka Yoke.

Para el operador es importante tener conocimiento que tipo de piezas son el limite aceptable para poder solicitar un ajuste a tiempo. Para ello se capacito al personal para que pudiera identificar de manera temprana los defectos y así reducir el porcentaje de scrap (Figura 12).

Figura 12. Capacitación al personal



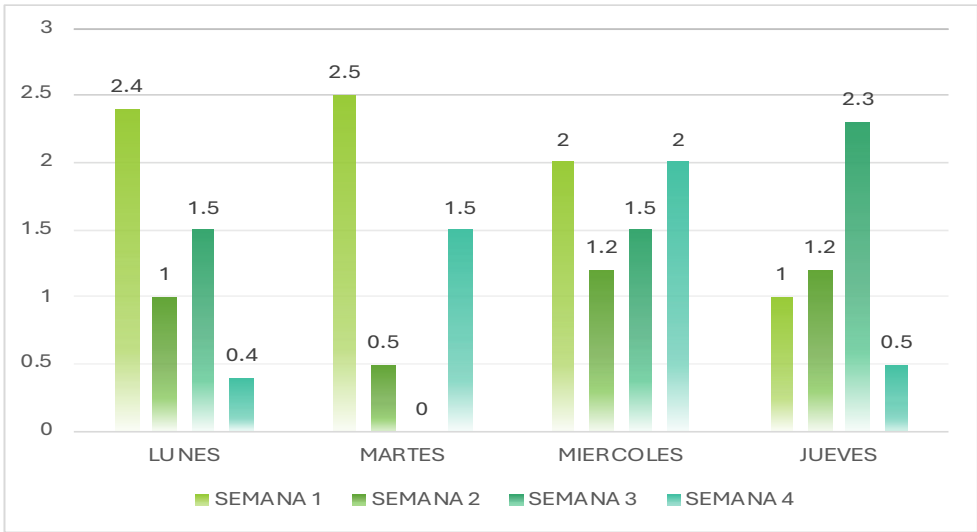
Así mismo se motiva al personal con bonos de productividad para lograr que el personal colabore de una forma activa.

Análisis de resultados

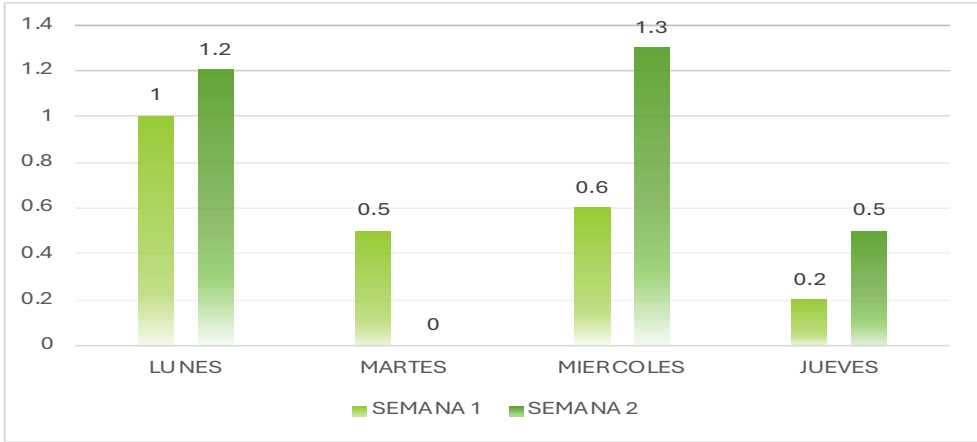
Los resultados obtenidos reflejan la efectividad de las herramientas de Lean Manufacturing aplicadas en el proceso de encerdado de los diferentes modelos de cepillos de dientes. La reducción del scrap no solo impactó positivamente en los costos de producción, sino también en la calidad del producto y la eficiencia operativa.

En la Grafica 2 y 3 se muestran los porcentajes de scrap de los meses de noviembre y diciembre, donde se muestran las mejoras con las implementaciones realizadas.

Gráfica 2. Porcentaje de scrap obtenido en el mes de noviembre



Gráfica 3. Porcentaje de scrap obtenido en el mes de diciembre

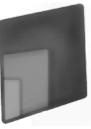


Se obtuvieron las conversiones de los porcentajes de scrap con el número de piezas y el valor monetario (Tabla 3). Y esta información se les dio a conocer a los operadores y mandos inmediatos para generar conciencia de las pérdidas, obteniendo buenos resultados que se reflejan en las gráficas y ganancias de la empresa.

Tabla 3. Conversión de scrap a piezas y valor monetario

PORCENTAJE DE SCRAP	EQUIVALENCIA EN PIEZAS	VALOR EN PESOS
0.20%	3.6	\$30.60
0.50%	9	\$76.50
1%	18	\$153.00
1.50%	27	\$229.50
2%	36	\$306.00
2.50%	45	\$382.50
3%	54	\$459.00
3.50%	63	\$535.50
4%	72	\$612.00

4.50%	81	\$688.50
5%	90	\$765.00
5.50%	99	\$841.50
6%	108	\$918.00
6.50%	117	\$994.50
7%	126	\$1,071.00
7.50%	135	\$1,147.50
8%	144	\$1,224.00
8.50%	153	\$1,300.50
9%	162	\$1,377.00
9.50%	171	\$1,453.50
10%	180	\$1,530.00



Como parte de los resultados, se implementaron los formatos también en el área de inyección,³⁸ específicamente en las máquinas inyectoras, y los dispositivos Poka-Yoke fueron instalados en todas las encerdadoras de las líneas de producción. Asimismo, se llevó a cabo la capacitación de todo el personal. La aplicación de la metodología DMAIC, reflejada en el informe de productividad, permitió fortalecer la comunicación entre las áreas, asegurando que estuvieran informadas sobre los problemas y las causas raíz asociadas al porcentaje de scrap y a la baja eficiencia. Esto favoreció la mejora del flujo de producción de manera integral, logrando así el cumplimiento

RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la implementación de herramientas de mejora continua, la capacitación constante del personal y la expansión de prácticas de Lean Manufacturing a otras áreas, con el fin de fortalecer la eficiencia, calidad y competitividad.

Para sostener los resultados, es clave mantener la aplicación de la metodología DMAIC mediante revisiones periódicas, asegurando el correcto funcionamiento de los Poka-yoke y el TPM. Asimismo, se sugiere ampliar el uso de Poka-yoke a otras etapas del proceso, como empaque, para reducir aún más el scrap.

Es fundamental reforzar la capacitación del personal y su participación activa en la mejora continua, así como mantener el monitoreo constante y el análisis de causas raíz para detectar desviaciones oportunamente. También se recomienda fortalecer el mantenimiento preventivo bajo el enfoque TPM y establecer sistemas de control visual que permitan identificar y corregir problemas de forma rápida.

CONCLUSIONES

La implementación de herramientas de mejora permitió cumplir el objetivo de reducir el scrap en la encerdadora de cepillos de dientes, pasando de 12% a 0.5%, lo que representa una mejora contundente en la eficiencia del proceso y en los costos de producción.

Los resultados evidencian que los Poka-yoke disminuyeron significativamente los errores operativos, mientras que el TPM mejoró la confiabilidad de las máquinas al reducir paros no programados. El uso del Diagrama de Causa Raíz permitió atacar directamente las fuentes del problema, y la metodología DMAIC aseguró una ejecución ordenada y sostenible de las acciones correctivas.

La reducción del scrap generó beneficios claros: menor desperdicio de materiales, mayor calidad del producto, incremento en la productividad y mejor aprovechamiento de los recursos, impactando positivamente en la satisfacción del cliente.

En conjunto, este proyecto demuestra que la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing es altamente efectiva y replicable en otros procesos. No obstante, para mantener estos resultados, es indispensable continuar con el monitoreo y la mejora continua.

**REFERENCIAS**

- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación. Madrid: Forest Stewardship Council (FSC).
- Muñoz Guevara, J. A., Zapata Urquijo, C. A., & Medina Varela, P. D. (2022). Lean Manufacturing Modelos y herramientas. Pereira: Universidad Tecnológica de esan. (06 de Septiembre de 2018). Obtenido de esan: <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/poka-yoke-en-que-consiste-y-como-se-aplica-este-metodo-en-el-sector-salud>
- ESYPRO. (05 de MAYO de 2023). simpleisbetter@esypro.com. (Manutención industrial, Producción) Recuperado el 10 de NOVIEMBRE de 2024, de <https://esypro.com/transformando-la-industria-una-mirada-al-lean-manufacturing/#:~:text=El%20Lean%20Manufacturing%20se%20ha,los%20constantes%20cambios%20del%20mercado>.
- Pérez-Domínguez, L. A., Pérez-Blanco, J. J., García-Villalba, L. A., & Gómez-Zepeda, P. I. (2020). Aplicación de metodología DMAIC en la resolución de problemas de calidad. MundoFesc.
- Tecnologico de Monterrey. (31 de Mayo de 2023). Obtenido de Tecnologico de Monterrey: <https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/lean-manufacturing-que-es-y-sus-principales-herramientas>
- Tecnologico de Monterrey. (25 de Abril de 2025). Obtenido de Tecnologico de Monterrey: <https://blog.maestriasydiplomados.tec.mx/calidad-farmaceutica-estandares-practicas-industria>
- TOYOTA. (17 de Julio de 2024). Obtenido de TOYOTA: <https://blog.toyota-forklifts.es/tpm-total-productive-maintenance-produccion-vs-mantenimiento>



EXPERIENCIA DE LA COMUNIDAD ACADÉMICA CON PLATAFORMAS EDUCATIVAS EN EL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ

40

Flor Virginia León
Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Veracruz

Fecha de recepción: 18/03/2026
Fecha de aprobación: 04/04/2026

RESUMEN

En su página oficial la UNESCO apoya el uso de la innovación digital para ampliar el acceso a las oportunidades educativas y avanzar en la inclusión, mejorar la pertinencia y la calidad del aprendizaje, crear vías de aprendizaje a lo largo de toda la vida mejoradas por las TIC, reforzar los sistemas de gestión de la educación y el aprendizaje, y dar seguimiento a los procesos de aprendizaje.

Para este estudio se implementó el uso de encuestas, dirigidas tanto a docentes como a los alumnos del Instituto Tecnológico de Veracruz, para saber de qué manera han influido cada una de las plataformas, así como la experiencia en el uso de estas, siendo el principal objetivo evaluar su aporte en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El motivo de la realización de esta investigación es recabar la información necesaria sobre las plataformas digitales, y todos los beneficios que aportan a la praxis educativa, desde la experiencia del docente y los estudiantes.

Gracias a prueba piloto, se pudo hacer un acercamiento con datos cuantitativos de maestros y alumnos; acerca de la educación a distancia, por medio de las plataformas digitales. En el ámbito educativo, las plataformas digitales han ganado un papel fundamental en la forma en que se imparte y se accede al conocimiento. Dos de las plataformas más populares y ampliamente utilizadas en el entorno educativo del Instituto Tecnológico de Veracruz desde hace una década son Moodle y Microsoft Teams. Estas plataformas digitales educativas han revolucionado la manera en que profesores y estudiantes interactúan, colaboran y aprenden en entornos virtuales.

En este proyecto, se pretende un acercamiento a la funcionalidad de Moodle y Microsoft Teams, así como su impacto en el quehacer educativo. Estas plataformas ofrecen un entorno virtual en el que se pueden crear cursos, compartir materiales, llevar a cabo actividades y evaluar el progreso de los estudiantes, entre muchas otras posibilidades.

En el caso de Moodle, se observó su enfoque basado en el aprendizaje en línea y su capacidad para adaptarse a diferentes contextos educativos. Analizaremos las herramientas que ofrece, como foros de discusión, cuestionarios, repositorios de recursos, etc. Además, exploraremos cómo Moodle fomenta la colaboración entre profesores y estudiantes, y cómo facilita la comunicación y el intercambio de conocimientos. Por otro lado, se analizó Microsoft Teams, una plataforma que combina herramientas de comunicación, colaboración y gestión de contenidos en un solo lugar. Se exploraron las posibilidades que ofrece para la creación y gestión de clases virtuales, la interacción en tiempo real, el trabajo en equipo y la creación de contenidos educativos.

Palabras clave: plataforma, praxis, quehacer educativo, entorno virtual.

ABSTRACT

On its official website, UNESCO supports the use of digital innovation to expand access to educational opportunities and advance inclusion, improve the relevance and quality of learning, create ICT-enhanced lifelong learning pathways, strengthen education and learning management systems, and monitor learning processes.

For this study, surveys were administered to both teachers and students at the Technological Institute of Veracruz to determine how each platform has influenced their experience using them, with the main objective being to evaluate their contribution to the teaching and learning process.

The purpose of this research is to gather the necessary information about digital platforms and all the benefits they offer to educational practice, from the perspective of both teachers and students.

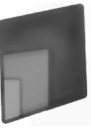
Thanks to a pilot study, quantitative data from teachers and students regarding distance education through digital platforms was collected.

In the educational field, digital platforms have gained a fundamental role in how knowledge is delivered and accessed. Two of the most popular and widely used platforms in the educational environment of the Veracruz Institute of Technology for the past decade are Moodle and Microsoft Teams. These digital educational platforms have revolutionized the way teachers and students interact, collaborate, and learn in virtual environments.

This project aims to explore the functionality of Moodle and Microsoft Teams, as well as their impact on educational practice. These platforms offer a virtual environment in which courses can be created, materials shared, activities carried out, and student progress evaluated, among many other possibilities.

In the case of Moodle, we will examine its focus on online learning and its ability to adapt to different educational contexts. We will analyze the tools it offers, such as discussion forums, quizzes, resource repositories, and more. Furthermore, we will explore how Moodle fosters collaboration between teachers and students and how it facilitates communication and knowledge sharing. On the other hand, Microsoft Teams, a platform that combines communication, collaboration, and content management tools in one place, was analyzed. Its possibilities for creating and managing virtual classes, real-time interaction, teamwork, and the creation of educational content were explored.

Keywords: platform, praxis, educational practice, virtual environment.



INTRODUCCIÓN

Uno de los últimos avances que nos ha traído la tecnología en el contexto educacional son las plataformas digitales para la visualización, realización, organización, y divulgación de todo tipo de contenido mediante la red. Valentina Giraldo (2019) define a las plataformas digitales como “soluciones online que posibilitan la ejecución de diversas tareas en un mismo lugar a través de internet”.

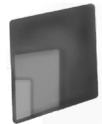
Cada año, el sector del elearning y el aprendizaje online evoluciona impulsado por los avances tecnológicos, los cambios en los hábitos de aprendizaje y las nuevas necesidades de empresas, instituciones educativas y alumnos. En 2026, muchas de las tendencias que comenzaron a despuntar en años anteriores ya se han consolidado, mientras que otras han alcanzado un nivel de madurez que está transformando profundamente las plataformas de formación online. https://www.evolmind.com/blog/elegir-mejor-plataforma-elearning/#elementor-toc__heading-anchor-15

Es indiscutible no reconocer el impacto que las plataformas digitales han tenido en diferentes ámbitos de nuestra vida cotidiana, desde su surgimiento, estas nuevas herramientas han incentivado a todas las personas a aplicar su uso para llevar a cabo actividades cotidianas de una manera óptima y eficaz, brindando así un conjunto de variadas opciones a tomar en cuenta a la hora de desempeñar una tarea específica.

Existen una infinidad de tipos de plataformas digitales que buscan solucionar una problemática diferente cada una de ellas. Dentro de la amplia clasificación de plataformas digitales podemos destacar:

- Plataformas sociales: Las más usadas de todas por el público en general, también son conocidas como redes sociales y son todas aquellas en donde el objetivo principal de su uso es fomentar las relaciones interpersonales con otros usuarios a través de chats, llamadas, fotos, contenido multimedia, etc. Hoy en día, son una fuente esencial de comunicación y existen diferentes tipos de redes sociales que se acoplan a las diferentes necesidades de comunicación de cada usuario.
 - Plataformas de comercio electrónico: Gracias a estas plataformas el adquirir productos y servicios desde diferentes partes del mundo, se ha hecho más práctico y dinámico. Este tipo de plataformas van cada vez más en aumento, llegando a usuarios y lugares de muchísimas partes del mundo en donde el comercio deja de tener una barrera física.
 - Plataformas especializadas: Estas son todas aquellas creadas para satisfacer las necesidades de un grupo de usuarios específicos. Estas plataformas son segmentarias y responderán a las demandas de los usuarios por obtener algo en específico; un claro ejemplo de ello, son las plataformas creadas para ayudar a cumplir tareas relacionadas con el marketing digital.
- Otros tipos de plataformas digitales que también se hacen presentes en nuestra vida cotidiana son: las de movilidad, de servicios automatizados, plataformas de desarrollo, de creación multimedia, gaming, de pago y servicios financieros, etc.

En el ámbito escolar, las plataformas educativas surgieron como una herramienta de apoyo para los docentes y alumnado, con la finalidad de brindar una alternativa que les permita desempeñar cada una



de sus funciones eficientemente. Todo este fenómeno da a pie a la necesidad de investigar más a fondo cuales son estas plataformas digitales, su uso y el impacto que genera su aplicación en el sistema educativo de nuestro plantel, el Instituto Tecnológico de Veracruz.

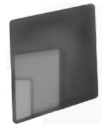
En el entendido de comprender que existen la educación formal, no formal e informal, hemos observado a lo largo de la evolución de la educación formal(escuelas, institutos, universidades)que la tecnología apareció para dar un giro sorprendente en la pedagogía y la didáctica, aportando recursos y habilidades que ampliaron el espectro de la manera de enseñar y de apropiarse del conocimiento. Hor, en pleno siglo XXI, con un contexto globalizado, la tecnología se ha posicionado también en la educación NO FORMAL, aportando nuevos elementos como equidad, alcance, recursos ilimitados y acercamiento a bibliotecas, sitios, programas al alcance de la mayoría.

La implementación de las plataformas educativas en el plantel supone todo un reto de innovación para una comunidad docente y estudiantil acostumbrada a las prácticas tradicionales de enseñanza y presencialidad que brinda el modelo formativo actual. Sin embargo, se incentiva su uso dentro del plantel ya que estas se han implementado en aumento en diversas instituciones de educación superior alrededor de todo el mundo, hablando más específicamente del estado de Veracruz en México; y como resultado, se han registrado en varios artículos, un alto índice de éxito de aplicación como herramienta de aprendizaje y comunicación.

Las plataformas virtuales educativas, al fungir también como medio de comunicación, facilitan el proceso formativo de la enseñanza - aprendizaje en el ámbito universitario por los distintos tipos de plataformas digitales con características similares y únicas que son utilizadas como apoyo educativo. Muchas de estas características de comunicación se pueden clasificar en dos grandes áreas, la primera de ellas es todas aquellas características enfocadas a la comunicación sincrónica, como lo son los chats, videoconferencias, pizarra compartida, llamadas grupales, etc., que sostienen un contacto de comunicación inmediato; por otro lado, las características de comunicación asincrónica permiten una mayor autonomía por parte del alumnado a ejercer su expresión al no requerir de un contacto inmediato, algunos ejemplos son los foros de debate, los tableros de anuncio, el correo electrónico, la asignación de deberes, etc. Cabe recalcar que, dentro de una plataforma digital, ambos tipos de comunicación son importantes para el proceso formativo en la enseñanza-aprendizaje.

En 2020, como resultado del confinamiento y la premura de impartir clases de manera eficaz e inmediata, el plantel en cuestión implementó las siguientes plataformas digitales educativas:

- Microsoft Teams: Plataforma utilizada para la comunicación sincrónica en donde se llevaban a cabo las clases de manera virtual mediante videoconferencias y llamadas grupales dirigidas por el docente.
- Moodle: Plataforma usada para las actividades asincrónicas en donde el alumnado entregaba las actividades solicitadas por sus profesores por medio de asignaciones, en donde también tenían la oportunidad de participar en foros de discusión y realizar sus evaluaciones.



A partir de esta situación, las plataformas digitales educativas se implementaron de manera permanente en el sistema de aprendizaje y enseñanza de la institución, y a medida que más se amplía su uso, más características se van descubriendo y optimizando para el mejor desarrollo de las competencias educativas actuales de la institución.

En este punto surge la pregunta ¿Cuál es el aporte de las plataformas digitales educativas Moodle y Teams al proceso enseñanza-aprendizaje de la comunidad académica del instituto tecnológico de Veracruz? Es menester, entonces, conocer el funcionamiento y aporte de la plataforma digital MOODLE, TEAMS e intentar conocer el proceso enseñanza aprendizaje que se desarrolla con ambas plataformas.

METODOLOGÍA

Las plataformas digitales surgen a mediados de los años 90, empezando con plataformas didácticas donde se podían tomar distintos cursos y no era necesario ser un experto en programación para poderlas utilizar. Cuando empieza la creación de estas se utilizaba editores HTLM y se limitaban a foros de discusión y la creación de los correos electrónicos, desde ese entonces se tomó como una expansión de la oferta educativa la creación de estas nuevas plataformas virtuales pues se podía expandir la oferta educativa y la calidad de la enseñanza, debido a que el manejo de ellas no requería un amplio conocimiento en programación era fácil la gestión de ellas.

A pesar de que tiene poco más de 20 años la creación de las plataformas virtuales han progresado de manera que lo que empezó como una forma de compartir la forma de enseñanza entre universidades ahora se utiliza incluso en empresas dándole varios usos importantes.

Así que desde sus inicios fueron utilizadas como método de enseñanza, comenzando a utilizarse para compartir videos de capacitación orientada, aunque al inicio no dieron tan buenos resultados para los consumidores ya que hacían el aprendizaje un poco más lento por la falta de interacción, hasta los años 2000 cuando surge el "E-learning" que básicamente son todas las actividades que se pueden dar únicamente a través de un dispositivo, todos los materiales educativos en videos, audios y mayor utilización de páginas web.

La plataforma Moodle del Instituto Tecnológico de Veracruz (TecNM) se consolidó de forma institucional a partir de la implementación del Modelo de Educación a Distancia del TecNM y la creación del sistema TecNM Virtual.

Aunque los docentes comenzaron a utilizar aulas virtuales para apoyo presencial previamente, el uso estandarizado de Moodle en el campus se fortaleció notablemente entre 2014 y 2015, época en la que la Dirección General de Educación Superior Tecnológica impulsó esta plataforma para ofertar programas en línea y material de apoyo.

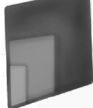


Tabla 1. Marco regulatorio

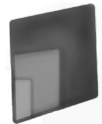
LEY	ARTÍCULO	TEXTO REFERENTE
Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	Art. 3º Párrafo 10	El Estado debe garantizar una infraestructura educativa, mantenimiento y condiciones del entorno, los cuales deben ser idóneos y contribuir a los fines de la educación.
	Art. 3º Fracción V	Toda persona tiene derecho a gozar de los beneficios del desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica. El Estado garantizará el acceso abierto a la información que derive de ella, deberá proveer recursos y estímulos suficientes, conforme a las bases que establezcan las leyes en la materia.
Ley General de Educación	Art. 9 Fracción V	Las autoridades educativas deben dar a conocer y fomentar diversas opciones educativas, como la educación abierta y a distancia, mediante plataformas digitales, la televisión educativa y las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2 . Variables relacionadas (plataformas educativas)

NOMBRE PLATAFORMA DIGITAL EDUCATIVA	CONCEPTO	CITA	Línea del tiempo
PLATAFORMA DIGITAL EDUCATIVA	Una plataforma educativa virtual es un programa que engloba diferentes tipos de herramientas destinadas a fines docentes. Su principal función es facilitar la creación de entornos virtuales para impartir todo tipo de formaciones a través de internet sin necesidad de tener conocimientos de programación.	(Reyes, I.C, marzo 2023)	Los años 90 fueron el comienzo de la consolidación de lo que hoy llamamos plataformas digitales.
PLATAFORMA DIGITAL EDUCATIVA MOODLE	Es un sistema de gestión de la enseñanza que permite a los profesores crear cursos online a través de Internet, pudiéndose utilizar para diseñar y gestionar asignaturas. La herramienta, adaptada a las características de una asignatura, se convierte en un instrumento idóneo para la planificación y seguimiento de actividades acordes con la metodología docente que se deriva de la Educación Superior.	(Francisco Cosano Rivas, 2019)	La plataforma digital Moodle fue creada por el pedagogo e informático australiano Martin Dougiamas. Los primeros estudios y borradores comenzaron en 2001, y su primera versión oficial fue liberada el 20 de agosto de 2002.
Plataforma digital educativa Team	Es una herramienta que ha sido diseñada para el trabajo en equipo de forma colaborativa sincrónica o asincrónica. La plataforma unifica las herramientas para comunicación, así como para la colaboración. En lo referido a la comunicación, TEAMS ofrece un servicio de mensajería directa entre los usuarios/as, un chat grupal a través del muro del equipo y la realización de videollamadas. Por otro lado, en lo referido a la colaboración, desde la herramienta se accede a todas las herramientas del paquete Office 365 (Excel, Power Point, Word, Forms,).	(Javier Ramos Sancha, septiembre 2021).	Microsoft Teams fue anunciada y lanzada oficialmente a nivel mundial el 14 de marzo de 2017.

Fuente: elaboración propia



Características principales de la plataforma de aprendizaje virtual:

- Contactar al profesor para todos los usuarios o miembros de la clase.
- Administrar el acceso interno de los usuarios al sistema, cada usuario utiliza sus credenciales de acuerdo con su perfil (docente, alumno, director, etc.)
- Los estudiantes son evaluados de acuerdo con los parámetros y requisitos de cada materia o clase.
- Administrar los recursos digitales del usuario y del aula (videos, libros virtuales, evaluaciones, archivos de texto, bases de datos, etc.)
- Administrar un servicio o módulo para permitir la interacción entre sus usuarios, más comúnmente sesiones de videoconferencia, chats, foros, mensajería.
- Crea informes de evaluación, uso de recursos, asistencia a clases, instrucciones paso a paso para correcciones, actualizaciones del sistema y más.

Las herramientas de comunicación más utilizada en las plataformas educativas son las siguientes:

- Sistemas de mensajería instantánea: Estos te permiten comunicarte con el instructor para resolver dudas.
- Enviar archivo: Le permite enviar el archivo al instructor para que lo corrija.
- Notificaciones: Mensajes enviados por el instructor a todos los alumnos durante el curso.
- Foros: Estos le permiten compartir e intercambiar ideas.
- Chat: Permite la comunicación en tiempo real entre estudiantes y docentes.
- Orientación en línea: Los tutores pueden solicitar orientación para resolver las dudas de los alumnos.

Para el análisis se seleccionó a un grupo reducido de docentes de distintas carreras y edades que quisieron responder la encuesta y que desempeñan su práctica con el apoyo de alguna de las dos plataformas anteriormente mencionadas (Moodle y Teams) y estudiantes, igual, de distintas carreras y semestres, que estén familiarizados con el uso de las plataformas y estuvieron dispuestos a compartir sus experiencias con ellas. Toda la muestra no probabilística corresponde a la comunidad académica del Instituto Tecnológico de Veracruz. La investigación para realizar será de carácter descriptivo al tener como objetivo el dar a conocer el aporte que el uso de las plataformas y su aplicación a la enseñanza-aprendizaje; así como mostrar el nivel de conocimientos y habilidades que docentes y alumnos desarrollaron con la inclusión de estas plataformas. Es un estudio cuantitativo, ya que se planean procesar los datos obtenidos a través de la aplicación de instrumentos de recolección de datos y posteriormente plasmarlos de forma estadística. Para recoger datos, se prefirió la encuesta como técnica de recolección principal, creando así, dos encuestas con diferentes tipos de preguntas, una enfocada a la plataforma TEAMS y otra para la plataforma MOODLE. Ambas serán aplicadas de manera virtual a través de un formato de Forms. Posterior a ello, los datos recogidos serán interpretados estadísticamente en gráficas circulares.

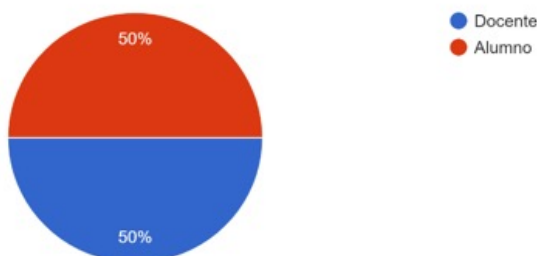


RESULTADOS

La presente encuesta se maneja con una escala de likert donde 5 es el mayo valor y 1 el de menor rango.

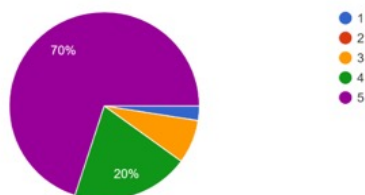
¿Quién responde la encuesta?

40 respuestas



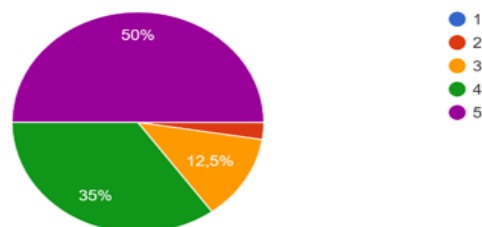
1. La plataforma educativa Moodle permite la gestión y la publicación de los contenidos específicos de cada curso.

40 respuestas



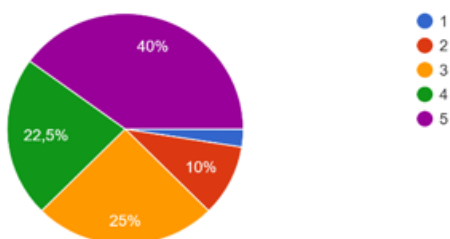
2. Moodle posibilita la participación activa de los estudiantes.

40 respuestas



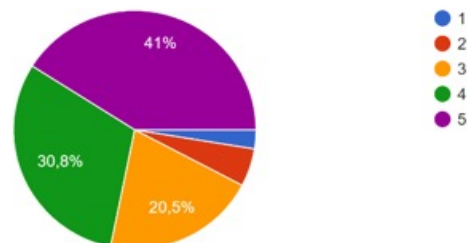
La plataforma Teams posibilita la participación activa de los estudiantes.

40 respuestas



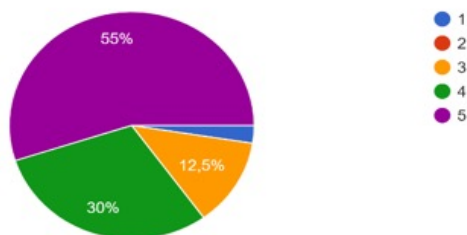
La plataforma Teams incorpora herramientas de evaluación al alumno.

39 respuestas



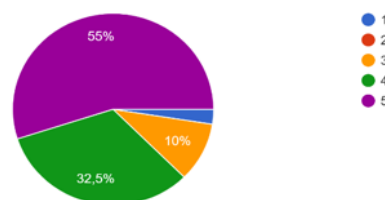
La plataforma Teams facilita la cooperación y trabajo en equipo.

40 respuestas



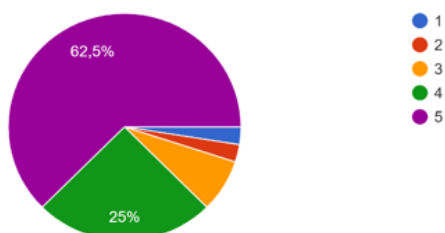
La plataforma Teams permite incluir actividades e instrumentos educativos externos para complementar el aprendizaje.

40 respuestas



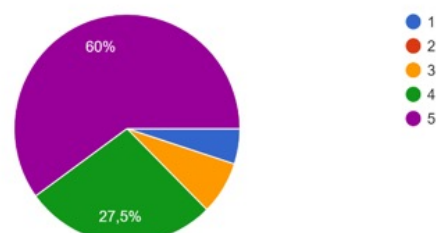
La plataforma Teams permite la implementación de recursos audio-visuales.

40 respuestas



La plataforma Teams es de fácil acceso y navegación.

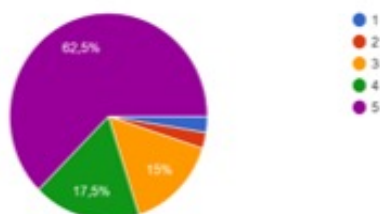
40 respuestas





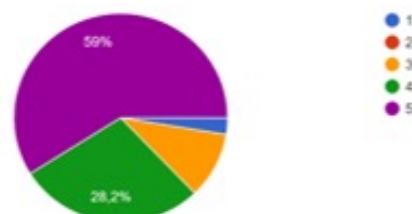
La plataforma Teams funciona de manera correcta en computadoras y dispositivo móviles.

40 respuestas



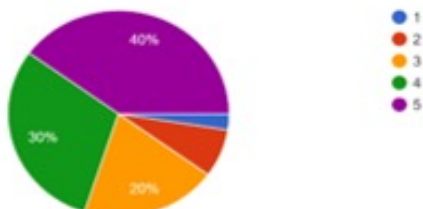
La plataforma Teams desarrolla equipos o salones virtuales.

39 respuestas



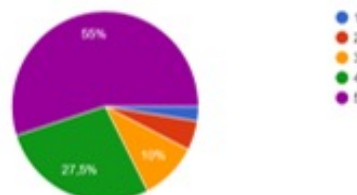
La plataforma Teams realiza un seguimiento de los progresos del alumno.

40 respuestas



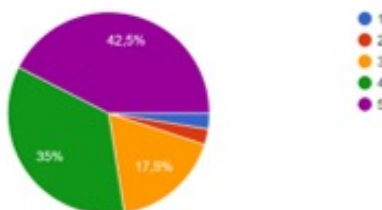
La plataforma Teams brinda notificaciones en tiempo y forma sobre recordatorios de actividades pendientes.

40 respuestas



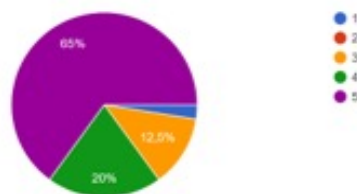
La plataforma Teams es compatible para crear una realidad virtual.

40 respuestas



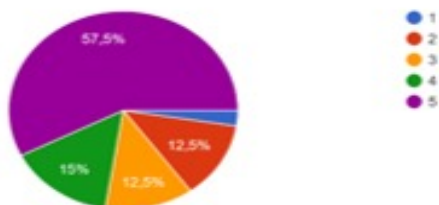
La plataforma Teams permite la organización de ideas en conjunto y la utilización de herramientas didácticas como pizarrones y notas.

40 respuestas



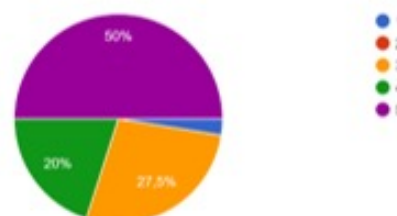
La plataforma Teams ayuda a la formación del docente.

40 respuestas



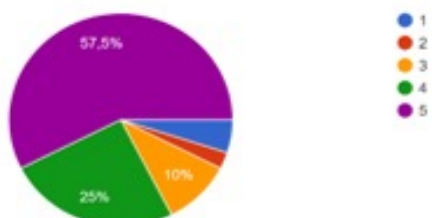
La plataforma Teams permite crear contenidos o actividades con un enfoque lúdico.

40 respuestas



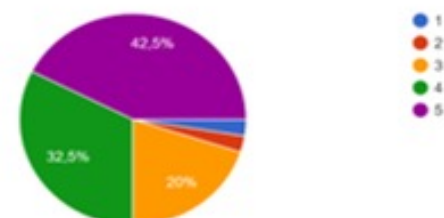
La plataforma Teams cuenta con adaptabilidad e innovación académica.

40 respuestas



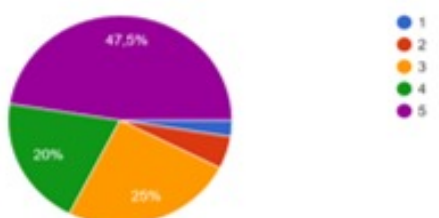
La plataforma Teams promueve la autogestión y la iniciativa.

40 respuestas



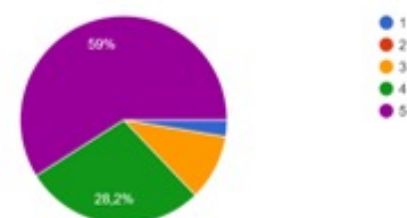
La plataforma Teams satisface los objetivos de los cursos en línea.

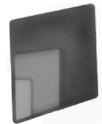
40 respuestas



La plataforma Teams desarrolla competencias digitales en el usuario

39 respuestas





El Instituto Tecnológico de Veracruz promueve y apoya el uso de la innovación digital para toda la comunidad docente y estudiantil, todos cuentan con acceso a ambas plataformas para actividades síncronas y asíncronas académicas, ello se interpreta como oportunidades educativas e inclusión, la calidad del aprendizaje no se puede ver reflejada en este estudio aún, lo que si se puede predecir es que el estudiante, con el uso de las plataformas y actualmente con la inteligencia artificial genera competencias para toda su vida académica y profesional debido al uso de las Tics, en cuanto a reforzar los sistemas de gestión de la educación y el aprendizaje, y dar seguimiento a los procesos de aprendizaje es una realidad para quienes se apoyan en estos recursos digitales en su praxis.

En la muestra encuestada Aspectos como la gestión y publicación de contenidos específicos en los programas reporta un 70% de aceptación, si se ve como uso obligatorio, se reporta un 50% de aceptación, que debería de ser de 100%, y aunque maneja herramientas de evaluación, no es muy optimista la comunidad en el fomento del trabajo en equipo, (al menos presencial). También se muestra que las plataformas permiten instrumentos educativos externos, lo cual es óptimo para el desarrollo de nuevas habilidades digitales, que también el docente puede y debe dominar, ello incluye recursos audiovisuales.

La experiencia demuestra que es adaptable en computadoras y dispositivos como smartphones de fácil navegación con la capacitación pertinente. Podemos hablar de cierta realidad virtual de interacción donde el profesor también aprende y desarrolla otras nuevas habilidades. Se analizó que, también puede haber un enfoque lúdico con ciertas aplicaciones orientadas al proceso educativo. Es así que el maestro establece comunicación continua, seguimiento y de cierta forma predicción del avance del alumno.

Se propone explorar información sobre la aceptación, facilidad de uso, variables de tiempo y durabilidad de las actividades didácticas, recursos para trabajar de manera colaborativa, temas de equidad, de recursos económicos para el acceso en línea, aportes a la calidad educativa, un estudio transversal y vertical que no se limite solo a temas de educación, sino también de inclusión, dominio, socialización y adaptación a los contenidos en línea.

Estas herramientas, se han quedado permanentemente para hacer un proceso enseñanza-aprendizaje más extendido, más amplio de manera bidireccional entre el alumno y el maestro. Con retroalimentación permanente y en tiempo real.

Se propone un estudio más extenso sobre estas y otras plataformas educativas en el entendido que en todos los niveles educativos, se tiene acceso a un complejo y extenso mundo de conocimientos, herramientas, actividades, organización y planeación, evaluación y proyección del aprendizaje.

Para concluir, una plataforma de enseñanza virtual es una aplicación informática a la que se accede a través de la red, que permite a los profesores elaborar materiales docentes y ponerlos a disposición de los alumnos en internet. Las plataformas virtuales representan herramientas que complementan la enseñanza presencial y, en otro nivel, posibilitan la educación a distancia.

Somos conscientes de las ventajas y posibles inconvenientes, así como de las posibilidades que ofrece la utilización de plataformas virtuales en la formación permanente de los docentes y alumnos, que así lo necesiten dentro del Instituto Tecnológico de Veracruz, la implementación de estas conlleva a un cambio en el rol educativo que conocemos, siendo que plantea diferentes técnicas que pueden desencadenar el aprendizaje.

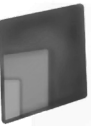


Los entornos virtuales nos ofrecen nuevas oportunidades de formación y comunicación docente-alumno, dentro y fuera de un espacio físico como lo es el salón de clases, además, mediante su uso se tiene la oportunidad de desarrollar habilidades cognitivas necesarias dentro de la sociedad actual.

En base a las encuestas que se implementaron sobre el uso de TEAMS y MOODLE, se pudo observar en mayoría resultados positivos, reflejando que han sido de gran ayuda siendo plataformas de uso práctico y fácil método de aprendizaje, esto mediante la incorporación de diferentes recursos (chat, foros, cuestionarios, etc.), considerando de igual forma un enriquecimiento en la enseñanza presencial convirtiendo el aprender en un proceso más dinámico e interesante para aquellos que hagan uso de estas. La utilización de estas se convierte en un instrumento que constituye la base para un cambio hacia enfoques metodológicos más motivadores, basados en el acceso a la información más fácil y rápida.

REFERENCIAS

- Anguita Acero, J. M., Méndez Coca, M., & Méndez Coca, D. (2020). Motivación de alumnos de Educación Secundaria y Bachillerato hacia el uso de recursos digitales durante la crisis del Covid-19. *Revista De Estilos De Aprendizaje*, 13(Especial), 68–81. <https://doi.org/10.55777/rea.v13iEspecial.2242>
- Hernández Gómez, A. S., Carro Pérez, E. H., & Martínez Trejo, I. (2019). Plataformas digitales en la educación a distancia en México, una alternativa de estudio en comunicación. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 19(60). <https://doi.org/10.6018/red/60/07>
- Plataforma Microsoft Teams y su influencia en el aprendizaje de estudiantes de básica superior https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=plataforma+teams+&btnG=#d=gs_qabs&t=1669827715344&u=%23p%3Do5PgbbvkDJQJ
- Ruiz, Guillermo Ramón; Marcas de la pandemia: El Derecho a la Educación afectado; Universidad Autónoma de Madrid; *Revista Internacional De Educación Para La Justicia Social*; 9; 3; 6-2020; 45-59
- Vista de Políticas digitales en educación en tiempos de Pandemia: desigualdades y oportunidades para América Latina. (s. f.). <https://edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/1719/769>
- Vladimirovna Grigoryeva, N., Mustafaevich Melikov, I., Valerevna Palanchuk, N., Irekovna Kokhanovskaya, I., & Aralova, E. (2021). Opportunities for Organizing Distance Learning Presented by the Moodle Platform: Experience in the Conditions of the COVID-19 Pandemic. *Propósitos Y Representaciones*, 9(SPE3), e1259. <https://doi.org/10.20511/pyr2021.v9nSPE3.1259>



Vital Carrillo, M. (2021). Plataformas Educativas y herramientas digitales para el **50** aprendizaje. Vida Científica Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 4, 9(18), 9-12. Recuperado a partir de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa4/article/view/7593>



IMPLEMENTACIÓN DE CINCO NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO EN LAS ÁREAS ADMINISTRATIVAS DE UNA EMPRESA ESPECIALIZADA EN PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS

César Augusto Rogel Gálvez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
cesar.rg@veracruz.tecnm.mx

Israel de Jesús Cruz Mendoza
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
israel.cm@veracruz.tecnm.mx

Luis Moisés Alonso López
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
Luis.al1@veracruz.tecnm.mx

Deidry Guadalupe Pérez Duarte
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L15021496@veracruz.tecnm.mx

Fecha de recepción: 10/04/2026
Fecha de aprobación: 30/04/2026

RESUMEN

El presente trabajo tiene como propósito desarrollar la implementación de cinco Normas Oficiales Mexicanas en materia de Seguridad y salud en el Trabajo en las áreas administrativas de una empresa especializada en Pruebas No Destructivas, las cuales consisten en las siguientes normas: NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades; NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene; NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías; NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo; NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

En el Marco Teórico se incluyen los antecedentes internacionales y nacionales del proyecto; conocimientos y requisitos legales que sustenta la implementación de estas Normas partiendo desde la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley Federal del Trabajo, el Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo; hasta las obligaciones y condiciones de seguridad que se deben cumplir de cada una de las Normas implementadas.

En el Desarrollo se describen las acciones efectuadas para cumplir los requisitos que establece cada una de las Normas Oficiales Mexicanas que se instauraron, dentro de los cuales se incluye la elaboración de programas, registros, estudios, diagnósticos, estrategias, revisiones, comunicados, difusiones, instructivos, planes, simulacros, capacitación y adiestramiento, entre otras medidas preventivas y correctivas de seguridad y salud en el trabajo.

Palabras-clave: Normas Oficiales Mexicanas, Seguridad y Salud en el trabajo, Cumplimiento Normativo, Prevención de Riesgos, Seguridad Laboral, Sistemas de Gestión de Seguridad.

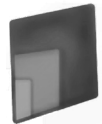
ABSTRACT

The objective of this study is to develop the implementation of five Mexican Official Standards (NOMs) related to Occupational Health and Safety within the administrative areas of a company specialized in Non-Destructive Testing. These standards include: NOM-030-STPS-2009, Preventive Occupational Health and Safety Services: Functions and Activities; NOM-019-STPS-2011, Establishment, Integration, Organization, and Operation of Safety and Hygiene Committees; NOM-026-STPS-2008, Safety and Hygiene Colors and Signs, and Identification of Risks from Fluids Conducted through Piping; NOM-002-STPS-2010, Safety Conditions: Fire Prevention and Protection in Workplaces; and NOM-025-STPS-2008, Lighting Conditions in Workplaces.

The Theoretical Framework includes both international and national background information related to the project. This section describes the legal framework and requirements supporting the implementation of these standards, beginning with the Political Constitution of the United Mexican States, the Federal Labor Law, the Federal Regulation on Safety, Hygiene, and Work Environment, and the Federal Regulation on Occupational Health and Safety, extending to the specific obligations and safety conditions that must be fulfilled under each implemented standard.

The Development section describes the actions undertaken to comply with the requirements established by each of the implemented Mexican Official Standards. These actions include the development of programs, records, studies, diagnoses, strategies, inspections, communications, dissemination activities, instructions, plans, drills, training, and other preventive and corrective measures related to occupational health and safety.

Keywords: Occupational Health and Safety, Mexican Official Standards (NOMs), Regulatory Compliance, Risk Prevention, Workplace Safety, Safety Management Systems.



INTRODUCCIÓN

La problemática que motivo el desarrollo de este proyecto fue que en materia de seguridad y salud en el trabajo no se han aplicado en su totalidad las normas aplicables al centro de trabajo. Puesto que, algunas disposiciones se cumplían parcialmente y otras no se actualizaban con la periodicidad debida; además, se observó la ausencia de un control documental riguroso de las acciones y medidas que se efectuaban. Considerando que las instalaciones de la empresa han crecido, al igual que su cartera de servicios, se llegó a la conclusión de que era necesario fortalecer y consolidar el departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

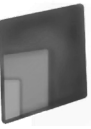
En este contexto, el presente proyecto busca establecer las medidas de seguridad e higiene pertinentes para poder mitigar los riesgos presentes en el centro de trabajo. Para lograrlo, se desea implementar cinco normas de seguridad y salud en el trabajo, que darán pauta a la implementación gradual del resto; atendiendo tanto a su carácter obligatorio como a la prioridad que representa la protección y el bienestar de los trabajadores.

MARCO TEÓRICO

Las normativas vigentes en México que regulan la seguridad y salud en el trabajo (SST) están jerarquizadas y distribuidas por niveles. En el primer nivel, se encuentra la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, específicamente su art. 123, apartado A, para obreros, jornaleros, empleados domésticos, artesanos y de forma general para todo contrato de trabajo, y apartado B, para los Poderes de la Unión y sus trabajadores. En el segundo nivel de relevancia se hallan los tratados internacionales. En el tercer nivel figura la Ley Federal del Trabajo, la Ley de Infraestructura de Calidad, la Ley del Seguro Social y la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. En un cuarto nivel se ubican el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Reglamento de la Ley del Seguro Social en Materia de Afiliación, Clasificación de Empresas, Recaudación y Fiscalización y el Reglamento de Prestaciones Médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social. En el quinto y último nivel se ubican las normas oficiales mexicanas (NOM), los manuales, los lineamientos y las disposiciones en materia de salud en el trabajo.

CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 es el documento que rige todo el sistema jurídico en México. El marco normativo en materia de seguridad y salud en el trabajo encuentra su fundamento en este documento, así como en las leyes que reglamentan sus artículos. Desde su creación, una de las preocupaciones fundamentales en los debates constitucionales fue legislar en materia laboral. En su Artículo 123, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece que "Toda persona



tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil; al efecto, se promoverán la creación de empleos y la **53** organización social de trabajo, conforme a la ley"

En la fracción XIII del artículo antes mencionado, se decreta que "Las empresas, cualquiera que sea su actividad, estarán obligadas a proporcionar a sus trabajadores, capacitación o adiestramiento para el trabajo."

Mientras que en la fracción XV, se estipula que "El patrón estará obligado a observar, de acuerdo con la naturaleza de su negociación, los preceptos legales sobre higiene y seguridad en las instalaciones de su establecimiento, y a adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes en el uso de las máquinas, instrumentos y materiales de trabajo, así como a organizar de tal manera éste, que resulte la mayor garantía para la salud y la vida de los trabajadores, y del producto de la concepción, cuando se trate de mujeres embarazadas. Las leyes contendrán, al efecto, las sanciones procedentes en cada caso".

Ley de Accidentes de Trabajo de 1913, que preveían la indemnización y reparación del daño por accidentes de trabajo, así como el Reglamento de Policía Minera y Seguridad en los trabajadores de las minas de 1912, la Ley del Trabajo de Veracruz de 1914 y la Ley sobre Accidentes de Trabajo de 1915. Estas últimas contemplaban pensiones a obreros mutilados, asistencia médica y medios de subsistencia y curación cuando sufrían un accidente, así como la responsabilidad del empleador de indemnizar por un accidente de trabajo mediante el aseguramiento de sus trabajadores en una institución de seguridad social. • XV. Obligación del empleador de observar los preceptos legales sobre higiene y salubridad, adoptando medidas para evitar accidentes de trabajo: tuvo como antecedentes la Ley contra Accidentes de Trabajo de 1904, en la que se aceptó la teoría del riesgo profesional en México; la creación del Consejo de Conciliación y el Tribunal de Arbitraje en 1915, que establece que los centros de trabajo deberían contar con iluminación, ventilación e instalaciones sanitarias con medidas de prevención; y la Ley del Trabajo de 1916 (en Coahuila), que establece que el trabajo se debía realizar en condiciones de seguridad, había que adoptar las medidas adecuadas para prevenir accidentes de trabajo y se responsabilizaba al empleador obligándolo a pagar asistencia médica, farmacéutica y el salario íntegro del obrero por seis meses (incapacidad completa temporal o perpetua).

NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM)

Norma Oficial Mexicana: a la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las Autoridades Normalizadoras competentes cuyo fin esencial es el fomento de la calidad para el desarrollo económico y la protección de los objetivos legítimos de interés público previstos en este ordenamiento, mediante el establecimiento de reglas, denominación, especificaciones o características aplicables a un bien, producto, proceso o servicio, así como aquéllas relativas a terminología, marcado o etiquetado y de información. Las Normas Oficiales Mexicanas se considerarán como Reglamentos Técnicos o Medidas Sanitarias o Fitosanitarias, según encuadren en las definiciones correspondientes previstas en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano es Parte.



Regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las Autoridades Normalizadoras competentes cuyo fin esencial es el fomento de la calidad para el desarrollo económico y la protección de los objetivos legítimos de interés público previstos en la Ley de Infraestructura de la Calidad, mediante el establecimiento de reglas, denominaciones, especificaciones o características aplicables a un bien, producto, proceso o servicio, así como aquellas relativas a terminología, marcado o etiquetado y de información.

Las Normas Oficiales Mexicanas se consideran como reglamentos técnicos o medidas sanitarias o fitosanitarias, según encuadren en las definiciones correspondientes previstas en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano es parte.

Antecedentes:

De acuerdo con los datos recabados por la Organización Mundial de la Salud (OMS); a nivel internacional 2,93 millones de trabajadores mueren cada año como consecuencia de factores relacionados con el trabajo, 395 millones de trabajadores en todo el mundo sufren cada año un accidente laboral no mortal y 361.000 millones de dólares podrían ahorrarse en todo el mundo aplicando mejores medidas de seguridad y salud para evitar lesiones por calor excesivo en el lugar de trabajo.

A nivel nacional, en México de acuerdo con los indicadores de la Organización Mundial de la Salud (OMS) ocurren 252 lesiones laborales no mortales por cada 100.000 trabajadores, 7.7 lesiones laborales mortales por cada 100.000 trabajadores.

Según el informe Eye Health and the World of Work (La salud ocular y el mundo del trabajo) 13 millones de personas sufren deficiencias visuales relacionadas con el trabajo, y se calcula que cada año se producen 3,5 millones de lesiones oculares en el lugar de trabajo. Esto representa el 1% de todos los accidentes laborales no mortales.

El estudio subraya que más del 90% de los casos de discapacidad visual pueden prevenirse o tratarse mediante intervenciones existentes y muy asequibles. Esto subraya la necesidad de coordinar las iniciativas mundiales, nacionales y en el lugar de trabajo para proteger el bienestar de los trabajadores, ya que la salud ocular es parte integral de la salud de los trabajadores.

Antecedentes Nacionales

Durante 2020 se presentaron 397,658 accidentes y enfermedades de trabajo, que en conjunto constituyen los riesgos de trabajo a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo, de conformidad con el artículo 473 de la Ley Federal de Trabajo (DOF, 2019), la cifra corresponde a la publicación de las estadísticas publicadas por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS).

A continuación, se muestra un extracto de la tabla Riesgos de trabajo terminados por el IMSS y el ISSTE, el cual abarca desde el 2012 al 2021.

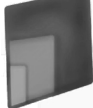


Tabla 1 Riesgos de trabajo terminados por el IMSS y el ISSTE

Año	Casos de riesgo de trabajo terminados		Porcentajes					
			Riesgos de trabajo por cada 100 trabajadores expuestos al riesgo		Incapacidades permanentes por cada 1 000 trabajadores expuestos al riesgo		Defunciones por cada 10 000 trabajadores expuestos al riesgo	
	IMSS	ISSSTE	IMSS	ISSSTE	IMSS	ISSSTE	IMSS	ISSSTE
2012	557 782	447	3,6	n. d.	1,8	n. d.	0,9	n. d.
2013	542 373	899	3,3	n. d.	1,8	n. d.	0,8	n. d.
2014	527 844	827	3,1	n. d.	1,7	n. d.	0,8	n. d.
2015	549 542	854	3,1	n. d.	1,9	n. d.	0,8	n. d.
2016	529 356	7 810	2,9	n. d.	1,8	n. d.	0,8	n. d.
2017	562 849	6 601	3,0	n. d.	1,8	n. d.	0,8	n. d.
2018	555 010	6 161	2,8	n. d.	2,0	n. d.	0,7	n. d.
2019	561 596	8 259	2,8	n. d.	2,2	n. d.	0,7	n. d.
2020	492 684	7 346	2,5	0,2	1,8	0,1	0,9	0,4
2021	168 129	3 432	0,9	0,1	0,8	0,0	0,4	0,5

Fuente: Estudio sobre los servicios de salud en el trabajo en México
https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40americas/%40ro-lima/%40ilo-mexico/documents/publication/wcms_859420.pdf

Tabla 2 Casos de lesiones profesionales no fatales

Área de referencia	Fuente	Actividad económica	Año	Valor
México	ADM-RS - Memoria Estadística del Instituto Mexicano del Seguro Social	CIU-Rev.4: N. Actividades de servicios administrativos y de apoyo	2021	844
México	ADM-RS - Memoria Estadística del Instituto Mexicano del Seguro Social	CIU-Rev.4: N. Actividades de servicios administrativos y de apoyo	2020	1015
México	ADM-RS - Memoria Estadística del Instituto Mexicano del Seguro Social	CIU-Rev.4: N. Actividades de servicios administrativos y de apoyo	2019	1645

Fuente: ILOSTAT Data Explorer https://rshiny.ilo.org/dataexplorer50/?lang=es&segment=indicator&id=INJ_NFTL_ECO_NB_A

56

56

56

56

56

56

56



57



57

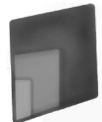
57

57

- 57

57



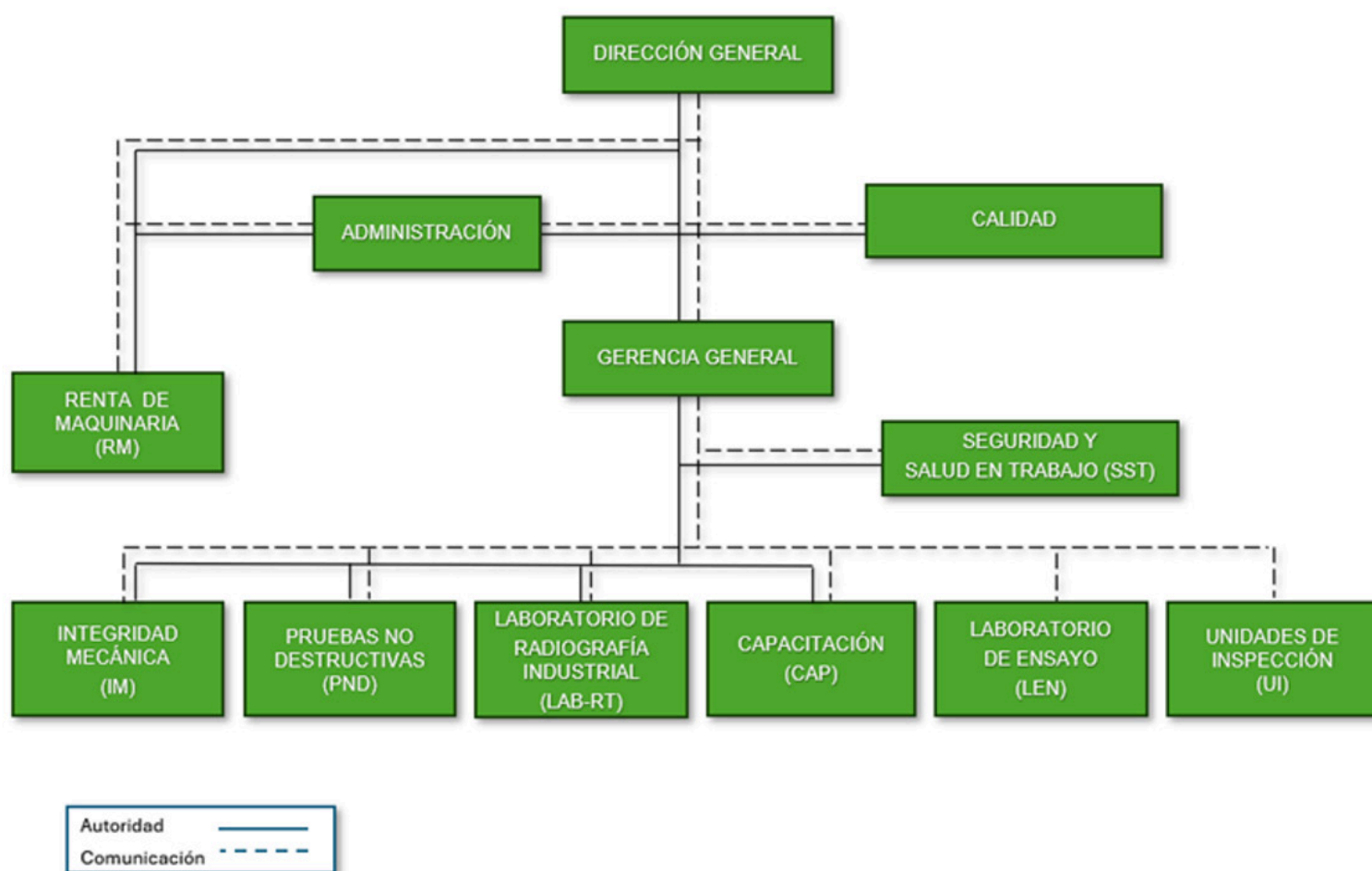


NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo funciones y actividades Responsable de Seguridad y Salud en el Trabajo

Debido a que la empresa cuenta con menos de 100 trabajadores, no es obligatorio contar con un responsable de seguridad, conforme lo indica el apartado 4.1.1 "El patrón podrá asumir las funciones y actividades preventivas de seguridad y salud a que se refiere el Capítulo 5, en el caso de centros de trabajo que cuenten con menos de cien trabajadores".

Sin embargo, en INDEGSA si se cuenta con una persona encargada de llevar a cabo lo relacionado con la seguridad e higiene en el trabajo, tal como se muestra en el siguiente organigrama.

Figura 7 Organigrama General INDEGSA.



Se actualizó la capacitación de Seguridad y Salud en el trabajo del responsable de seguridad para cumplir con el numeral 4.7 "Capacitar al personal de la empresa que forme parte de los servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo, en las funciones y actividades que establece la presente Norma". Dicha capacitación consistió en el curso de Protección Ambiental; y el de Manejo de Sustancias Químicas en el mes de abril de 2025 con una duración de 8 horas cada uno; y el de Seguridad y Salud en el trabajo en el mes de junio con una duración de 32 horas, tal como se muestra en la evidencia adjunta en el anexo 1.



RESULTADOS

A continuación, se presenta la Relación de Disposiciones Cumplidas correspondientes a cada una de las normas implementadas en el presente proyecto. En la tabla se describen las obligaciones del patrón establecidas en cada norma, así como el resultado obtenido respecto a su cumplimiento durante el periodo que abarcó el proyecto, indicando si dichas obligaciones fueron cumplidas, no cumplidas o no aplicables a la empresa.

Tabla 12 Relación de disposiciones cumplidas NOM-030-STPS-2009

NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo-Funciones y actividades.					
RELACIÓN DE DISPOSICIONES CUMPLIDAS					
No. De Obligación	Descripción	Se cumple			Observaciones
		Si	No	N/A	
4.1	Designar a un responsable de seguridad y salud en el trabajo (Capítulo 5).	P			El ingeniero Omar Antonio López Velasco es el responsable.
4.2	Proporcionar al responsable de seguridad y salud en el trabajo lo necesario para desempeñar su cargo.	P			---
4.3	Contar con un diagnóstico integral o por área de trabajo de las condiciones de seguridad y salud del centro laboral (Capítulo 6).	P			Se realiza un diagnóstico en el que se desglosa lo aplicable a cada oficina, y trabajo (pettibones y trabajo en campo).
4.4	4.4.1 Los centros de trabajo que cuenten con menos de cien trabajadores deberán elaborar una relación de acciones preventivas y correctivas de seguridad y salud en el trabajo.	P			INDEGSA cuenta con menos de 100 trabajadores.
4.5	Comunicar a la comisión de seguridad e higiene y/o a los trabajadores, según aplique, el diagnóstico y el contenido de la relación de acciones preventivas y correctivas de SST (Capítulo 6).	P			Se emite el comunicado interno correspondiente.



4.6	Contar con los reportes de seguimiento de los avances en la instauración de la relación de acciones preventivas y correctivas de seguridad y salud en el trabajo.	P			Se lleva a cabo la evaluación de los avances de manera trimestral.
4.6	Conservar la documentación a que hace referencia la presente Norma al menos por dos años.	P			Se cuenta con la información.
4.6	Exhibir a la autoridad del trabajo, cuando ésta así lo solicite, los documentos y registros que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.	P			Se cuenta con la información dado el caso sea requerida.

Tabla 13 Relación de disposiciones cumplidas NOM-019-STPS-2011

NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene.					
RELACIÓN DE DISPOSICIONES CUMPLIDAS					
No. De Obligación	Descripción	Se cumple			Observaciones
		Si	No	N/A	
5.1	Constituir e integrar al menos una comisión en el centro de trabajo (Capítulo 7).	P			Comisión Mixta de Seguridad e Higiene instaurada en septiembre de 2023.
5.2	Designar a sus representantes para participar en la comisión que se integre en el centro de trabajo.	P			Comisión Mixta de Seguridad e Higiene instaurada en septiembre de 2023.
5.3	Solicitar al sindicato o a los trabajadores, si no hubiera sindicato, la designación de sus representantes para participar en la comisión.	P			Comisión Mixta de Seguridad e Higiene instaurada en septiembre de 2023.
5.4	Contar con el acta de constitución de la comisión del centro de trabajo (numeral 7.4).	P			Acta Constitutiva que se levanta para hacer constar la instalación de las Comisiones Mixtas de la empresa Inspecciones No Destructivas Del Golfo, S.A. de C.V.
5.5	Contar con el programa anual de los recorridos de verificación de la comisión (numerales 9.3 a 9.5).	P			Se realizó el programa del 2025.
5.6	Contar con las actas de los recorridos de verificación (numeral 9.12).	P			Se efectúan los recorridos trimestrales.
5.7	Facilitar a los trabajadores el desempeño de sus funciones como integrantes de la comisión.	P			---
5.8	Proporcionar a la comisión el diagnóstico sobre seguridad y salud en el trabajo, a que se refiere la NOM-030-STPS-2009, o las que la sustituyan.	P			Se emite comunicado interno y se difunde el diagnóstico y la relación de acciones.
5.9	Apoyar la investigación de los accidentes y enfermedades de trabajo que lleve a cabo la comisión.	P			Se emite el formato "Investigación de las causas de los accidentes y enfermedades de trabajo".
5.10	Brindar facilidades a los integrantes de la comisión para que utilicen los apoyos informáticos desarrollados por la Secretaría, a que se refieren los numerales 9.7 y 9.8 de la presente Norma.	P			---



5.11	Atender y dar seguimiento a las medidas propuestas por la comisión para prevenir los riesgos de trabajo, de acuerdo con los resultados de las actas de los recorridos de verificación y con base en lo dispuesto por el Reglamento y las normas que resulten aplicables, de conformidad con lo dispuesto (numeral 9.11).	P			---
5.12	Difundir entre los trabajadores del centro de trabajo la relación actualizada de los integrantes de la comisión; los resultados de las investigaciones, con las causas y consecuencias, sobre los accidentes y enfermedades de trabajo; y Las medidas propuestas por la comisión, relacionadas con la prevención de riesgos de trabajo, a fin de evitar su recurrencia.	P			---
5.13	Proporcionar a los integrantes de la comisión, al menos una vez por año, capacitación para la adecuada realización de sus funciones, con base en el programa que para tal efecto se elabore, de acuerdo con lo señalado en el Capítulo 10 de la presente Norma.	P			---
5.14	Exhibir a la autoridad del trabajo los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar y poseer, cuando aquélla así lo requiera.	P			Se cuenta con la información dado el caso sea requerida.

Tabla 14 Relación de disposiciones cumplidas NOM-026-STPS-2008

NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.					
RELACIÓN DE DISPOSICIONES CUMPLIDAS					
No. De Obligación	Descripción	Se cumple			Observaciones
		Si	No	N/A	
5.1	Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando ésta así se lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.	P			Se cuenta con la información dado el caso sea requerida.
5.2	Proporcionar capacitación a los trabajadores sobre la correcta interpretación de los elementos de señalización del centro de trabajo.	P			En el curso de Seguridad y Salud en el Trabajo se habla sobre esto.
5.3	Garantizar que la aplicación del color, la señalización y la identificación de la tubería estén sujetos a un mantenimiento que asegure en todo momento su visibilidad y legibilidad.	P			Se tiene un programa de mantenimiento y se corrobora por medio de los recorridos de la comisión.
5.4	Ubicar las señales de seguridad e higiene de tal manera que puedan ser observadas e interpretadas por los trabajadores a los que están destinadas, evitando que sean obstruidas o que la eficacia de éstas sea disminuida por la saturación de avisos diferentes a la prevención de riesgos de trabajo.	P			Se corrobora por medio de los recorridos de la comisión.

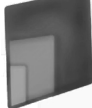


Tabla 15 Relación de disposiciones cumplidas NOM-002-STPS-2010

NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo.					
RELACIÓN DE DISPOSICIONES CUMPLIDAS					
No. De Obligación	Descripción	Se cumple			Observaciones
		Si	No	N/A	
5.1	Clasificar el riesgo de incendio del centro de trabajo o por áreas que lo integran (Apéndice A).	P			Se efectúa la clasificación de las 3 oficinas.
5.2	Contar con un croquis, plano o mapa general del centro de trabajo, o por áreas que lo integran, actualizado y colocado en los principales lugares de entrada, tránsito, reunión.	P			Se efectúa croquis de cada oficina y se colocan en áreas visibles.
5.3	Contar con las instrucciones de seguridad aplicables en cada área del centro de trabajo y difundirlas entre los trabajadores, contratistas y visitantes (Guía de Referencia I).	P			Se realizan infografías y se difunden por medio de los murales; elabora el registro de visitantes y gafetes.
5.4	Cumplir con las condiciones de prevención y protección contra incendios (Capítulo 7).	P			Se cumple con los requisitos del capítulo 7.
5.5	Contar con un plan de atención a emergencias de incendio (Capítulo 8).	P			Se elabora Plan de Atención a emergencias.
5.6	Contar con brigadas contra incendio en los centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio alto (Capítulo 9).			P	No aplica dado, que somos riesgo ordinario. Tenemos Brigada General de Emergencias.
5.7	Desarrollar simulacros de emergencias de incendio al menos una vez al año, en el caso de centros de trabajo clasificados con riesgo de incendio ordinario (Capítulo 10).	P			Se llevo a cabo un simulacro en el mes de junio de 2025.
5.8	Elaborar un programa de capacitación anual teórico-práctico en materia de prevención de incendios y atención de emergencias (Capítulo 11).	P			Se elaboró el programa y los brigadistas se capacitaron en el mes de abril.
5.9	Dotar del equipo de protección personal a los integrantes de las brigadas contra incendio (Guía de Referencia III).	P			---
5.10	Contar en las áreas de los centros de trabajo clasificadas con riesgo de incendio ordinario, con medios de detección y equipos contra incendio (Guía de Referencia IV).	P			Se cuenta con detectores de humo y extintores portátiles.
5.11	Contar con alguno de los documentos para constatar el cumplimiento de la norma, tratándose de centros de trabajo con riesgo de incendio alto.			P	No aplica dado, que somos riesgo ordinario.
5.11	Exhibir a la autoridad del trabajo, cuando ésta así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar y poseer.	P			Se cuenta con la información dado el caso sea requerida.

Tabla 16 Relación de disposiciones cumplidas NOM-025-STPS-2008

NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.					
RELACIÓN DE DISPOSICIONES CUMPLIDAS					
No. De Obligación	Descripción	Se cumple			Observaciones
		Si	No	N/A	
5.1	Mostrar a la autoridad del trabajo, cuando así lo solicite, los documentos que la presente Norma le obligue a elaborar o poseer.	P			Se cuenta con la información dado el caso sea requerida.
5.2	Contar con los niveles de iluminación en las áreas de trabajo o en las tareas visuales (Capítulo 7).		P		En la mayoría de las zonas ya se cumple, pero existen algunas en las que se encuentran en proceso para mejorar.



5.3	Efectuar el reconocimiento de las condiciones de iluminación de las áreas y puestos de trabajo (Capítulo 8).	P			Se efectúa el reconocimiento y la evaluación de los niveles de iluminación en el mes de agosto de 2025.
5.4	Contar con el informe de resultados de la evaluación de los niveles de iluminación (apartados 5.2 y 10.4).	P			---
5.5	Realizar la evaluación de los niveles de iluminación (capítulos 8 y 9).	P			---
5.6	Llevar a cabo el control de los niveles de iluminación (Capítulo 10).	P			
5.7	Contar con un reporte del estudio elaborado para las condiciones de iluminación del centro de trabajo (Capítulo 12).	P			---
5.8	Informar a todos los trabajadores, sobre los riesgos que puede provocar un deslumbramiento o un nivel deficiente de iluminación en sus áreas o puestos de trabajo.	P			Se les informa por medio de la capacitación de SST y de las infografías colocadas en los murales de las oficinas.
5.9	Practicar exámenes con periodicidad anual de agudeza visual, campimetría y de percepción de colores a los trabajadores que desarrollen sus actividades en áreas del centro de trabajo que cuenten con iluminación especial.			P	---
5.10	Elaborar y ejecutar un programa de mantenimiento para las luminarias del centro de trabajo (Capítulo 11).	P			Se incluye en el programa de mantenimiento general.
5.11	Instalar sistemas de iluminación eléctrica de emergencia, en aquellas áreas del centro de trabajo donde la interrupción de la fuente de luz artificial represente un riesgo en la tarea visual del puesto de trabajo, o en las áreas consideradas como ruta de evacuación que lo requieran.			P	---

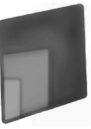
Los resultados obtenidos del proyecto permiten confirmar la hipótesis propuesta, dado que la adopción de las Normas Oficiales Mexicanas objeto del estudio generaron mejoras observables en la organización de la seguridad y salud en el trabajo, así como el fortalecimiento de la prevención de sanciones por parte de la autoridad laboral.

Esto por medio de la implementación del diagnóstico de seguridad y de la relación de acciones preventivas y correctivas; la actualización e impartición de nuevos cursos; la difusión de materiales informativos; la elaboración y seguimiento de los recorridos de la Comisión de Seguridad e Higiene; la revisión de extintores; el control del registro de visitantes; la planeación y ejecución del mantenimiento a las instalaciones — considerando que anteriormente se realizaban mantenimientos sin un programa formal—; la clasificación del riesgo de incendio; la realización de un simulacro de emergencia; la instauración de brigadas y planes de emergencia; y la elaboración del estudio de niveles de iluminación, entre otras medidas preventivas de seguridad.

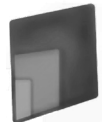


REFERENCIAS

- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos [CPEUM]. Artículo 123, fracción XV. 5 de febrero de 1917 (México).
- Ley Federal del Trabajo. [LFT]. Artículo 132 fracción XVI. 18 de agosto de 1931 (México).
- Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de enero de 1997.
- Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 13 de noviembre de 2014
- Ley de Infraestructura de la Calidad publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de julio de 2020.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2009). NOM-030-STPS-2009, Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo – Funciones y actividades. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2011). NOM-019-STPS-2011, Constitución, integración, organización y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2008). NOM-026-STPS-2008, Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2010). NOM-002-STPS-2010, Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación, México.
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS). (2008). NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. Diario Oficial de la Federación, México.
- Seguridad y salud en el trabajo. (2025, 20 mayo). International Labour Organization. <https://www.ilo.org/es/temas-y-sectores/seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
- Estadísticas sobre seguridad y salud en el trabajo - ILOSTAT. (2025, 29 abril). ILOSTAT. <https://ilostat.ilo.org/es/topics/safety-and-health-at-work/>
- Vigile su salud visual en el trabajo. (2024, 2 febrero). International Labour Organization. <https://www.ilo.org/es/resource/news/vigile-su-salud-visual-en-el-trabajo>
- ILOSTAT Data Explorer. (s. f.). https://rshiny.ilo.org/dataexplorer50/?lang=es&segment=indicator&id=INJ_NFTL_ECO_NB_A
- Norma Oficial Mexicana (NOM) – Plataforma Tecnológica Integral de Infraestructura de la Calidad. (s. f.). <https://platiica.economia.gob.mx/norma-oficial-mexicana-nom/>



- Normas Oficiales Mexicanas de Seguridad y Salud en el Trabajo. (s. f.). <https://asinom.stps.gob.mx/centro/centromarconormativo.aspx> **65**
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (2021). Trabajo Seguro. Estadísticas de Riesgos de Trabajo en México, Notas. https://trabajoseguro.stps.gob.mx/bol097/vinculos/estadisticas_bol097.html?utm
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2022). Estudio sobre servicios de salud en el trabajo en México. OIT/Oficina de la OIT para México y Cuba. <https://www.ilo.org/> Disponible en https://www.ilo.org/sites/default/files/wcmsp5/groups/public/%40americas/%40ro-lima/%40ilo-mexico/documents/publication/wcms_859420.pdf



ANÁLISIS CRÍTICO DE LA EXPANSIÓN DE UN INSTITUTO TECNOLÓGICO EN LA REGIÓN: OPORTUNIDADES Y DESAFÍOS

José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx

Patricia Cuenca Sáenz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
cuencapeeee@gmail.com

Elany Patricia Ferrer Cuenca
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
l25350057@tuxtepec.tecnm.mx

Fecha de recepción: 26/03/2026
Fecha de aprobación: 18/04/2026

RESUMEN

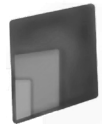
Este análisis evalúa críticamente la propuesta de extender el Instituto Tecnológico de Tuxtepec a Loma Bonita, Oaxaca. Se examinan las ventajas potenciales, como la mejora del acceso educativo y el impulso al desarrollo regional, frente a los riesgos significativos, incluyendo la viabilidad financiera y la posible saturación del mercado educativo local. Se destaca la importancia de realizar un estudio de factibilidad exhaustivo, basado en datos concretos y una comprensión profunda de las necesidades de Loma Bonita, antes de tomar una decisión. La reflexión subraya la necesidad de priorizar la calidad educativa y la sostenibilidad financiera para asegurar el éxito de la iniciativa.

ABSTRACT

This analysis critically evaluates the proposal to extend the Technological Institute of Tuxtepec to Loma Bonita, Oaxaca. It examines the potential advantages, such as improved access to education and a boost to regional development, against the significant risks, including financial viability and the possible saturation of the local education market. The importance of conducting a thorough feasibility study, based on concrete data and a deep understanding of the needs of Loma Bonita, before making a decision is emphasized. The analysis underscores the need to prioritize educational quality and financial sustainability to ensure the initiative's success.

Palabras Claves: Análisis, Crítico, Expansión, Desarrollo, Regional

Keywords: Analysis, Critical, Expansion, Development, Regional



INTRODUCCIÓN

La expansión de instituciones de educación superior a nuevas regiones representa una estrategia con el potencial de catalizar el desarrollo socioeconómico, ofreciendo oportunidades de formación a un mayor número de ciudadanos y contribuyendo a la formación de capital humano especializado. En este contexto, la propuesta de extender el Instituto Tecnológico de Tuxtepec, una institución con una trayectoria establecida en la región de la Cuenca del Papaloapan, hacia el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, plantea una serie de interrogantes y consideraciones que merecen un análisis crítico y detallado.

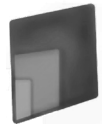
La decisión de expandir una institución educativa no es trivial y requiere una evaluación exhaustiva de múltiples factores, que van desde la demanda educativa local y la viabilidad financiera del proyecto hasta la capacidad de mantener los estándares de calidad académica y la alineación estratégica con las necesidades de desarrollo de la región receptora. Una expansión mal concebida o implementada puede acarrear consecuencias negativas tanto para la institución matriz como para la comunidad a la que busca servir, generando ineficiencias, duplicidad de esfuerzos y, en última instancia, un impacto limitado en el desarrollo esperado. Como señala Kotler (2012), la clave del éxito no es vender más, sino entender profundamente las necesidades del cliente. En el contexto educativo, este "cliente" incluye a los estudiantes, la comunidad y el mercado laboral regional.

Este análisis se adentra en la propuesta de extensión del ITT en Loma Bonita, explorando las posibles fortalezas que justifican la iniciativa, al mismo tiempo que identifica las debilidades y los riesgos significativos que podrían obstaculizar su éxito. A través de una reflexión estructurada, se busca ofrecer una perspectiva informada que contribuya a una toma de decisiones fundamentada, priorizando el beneficio a largo plazo tanto para el ITT como para la comunidad de Loma Bonita. La evaluación se basa en la información proporcionada y se complementa con principios teóricos sobre expansión educativa, marketing institucional y pensamiento crítico en la educación superior.

DESARROLLO

La fundamentación de la propuesta de extensión del ITT en Loma Bonita puede encontrarse en la necesidad de ampliar la cobertura educativa en el estado de Oaxaca, particularmente en regiones que podrían tener un acceso limitado a la educación superior tecnológica. Diversos estudios han demostrado que la expansión de la oferta educativa puede tener un impacto positivo en el desarrollo regional (UNESCO, 2012). La UNESCO (2012) destaca que las instituciones de educación superior son actores clave en la promoción del desarrollo sostenible a través de la formación de profesionales competentes y la generación de conocimiento relevante para los desafíos locales y globales.

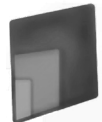
Sin embargo, la viabilidad de esta expansión debe analizarse cuidadosamente a la luz de la situación actual del ITT de Tuxtepec, especialmente en lo referente a la matrícula de sus programas. Tal como se



menciona en el contexto proporcionado, existen carreras con baja matrícula en el campus principal. Esta **68** situación plantea una interrogante crucial sobre la estrategia de expansión. ¿Se planea ofrecer las mismas carreras en Loma Bonita? Si es así, ¿qué evidencia respalda la expectativa de una mayor demanda en la nueva ubicación? Expertos en marketing educativo sugieren que una estrategia de expansión exitosa requiere una investigación de mercado exhaustiva para identificar las necesidades específicas de la nueva comunidad y adaptar la oferta educativa en consecuencia (Chapleo, 2015). Veamos los siguiente:

Fortalezas Potenciales de la Propuesta:

- **Expansión de la Cobertura Educativa:** La idea central aquí es que Loma Bonita podría albergar una población significativa de jóvenes y adultos que desean acceder a educación superior tecnológica pero que actualmente enfrentan barreras. Estas barreras podrían ser la distancia y los costos asociados con el traslado diario a Tuxtepec, la capacidad limitada de admisión del campus principal del ITT, o simplemente la falta de una oferta educativa tecnológica directamente en su localidad. Al establecer una extensión, el ITT podría “acercar” la oportunidad educativa a estos individuos, potencialmente aumentando la tasa de matriculación en la región y cumpliendo con un principio de equidad en el acceso a la educación, como lo subraya Amartya Sen (1999) al destacar la educación como una capacidad fundamental para el desarrollo humano y la libertad individual.
- **Desarrollo Regional:** La presencia de una institución de educación superior no es solo un centro de aprendizaje; también actúa como un motor económico para la región donde se asienta. La extensión del ITT en Loma Bonita podría generar empleos directos (docentes, personal administrativo, técnicos) e indirectos (servicios de apoyo, comercio local). Además, una institución de este tipo puede atraer inversión a la zona, ya que las empresas pueden verse más inclinadas a establecerse o expandirse en un lugar con una oferta de profesionales capacitados. Richard Florida (2002) argumenta cómo la presencia de instituciones educativas y un ambiente intelectual vibrante son factores clave para atraer a la “clase creativa”, impulsando la innovación y el crecimiento económico regional.
- **Aprovechamiento de la Marca ITT:** El Instituto Tecnológico de Tuxtepec ya cuenta con un historial, una reputación y un reconocimiento en la región de Oaxaca. Extender su presencia a Loma Bonita significa capitalizar este “valor de marca”. Los estudiantes potenciales y sus familias podrían sentir más confianza y estar más inclinados a elegir una extensión de una institución conocida y establecida que una institución completamente nueva y sin historial. David Aaker (1991) explica cómo una marca fuerte puede generar lealtad, confianza y una mayor disposición a elegir sus productos o servicios, en este caso, la oferta educativa.
- **Potencial para Programas Especializados:** Una ventaja significativa de establecer una nueva extensión es la oportunidad de diseñar programas académicos que estén específicamente adaptados a las necesidades económicas y productivas de la región de Loma Bonita. Si la economía local se basa fuertemente en la agroindustria, por ejemplo, la extensión podría ofrecer carreras técnicas o ingenierías enfocadas en este sector. Esto aumentaría la relevancia de la educación para el mercado

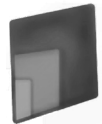


laboral local, mejoraría la empleabilidad de los egresados y fortalecería el vínculo entre la institución y el entorno socioeconómico. Axel Didriksson (2000) enfatiza la importancia de la “pertinencia” en la educación superior, asegurando que los programas respondan a las demandas de la sociedad y el sector productivo.

- **Descongestión del Campus Principal:** Si el campus del ITT en Tuxtepec está operando cerca de su capacidad máxima en términos de aulas, laboratorios o servicios estudiantiles, una extensión en Loma Bonita podría ayudar a aliviar esta presión. Al trasladar algunos programas o abrir nuevas opciones en la extensión, se podría mejorar la calidad de la experiencia educativa tanto para los estudiantes de Tuxtepec como para los de Loma Bonita, optimizando el uso de los recursos existentes.

Debilidades y Riesgos Significativos:

- **Viabilidad Financiera:** Esta es una preocupación primordial. ¿Cómo se financiará la creación y operación de la extensión en Loma Bonita? Esto incluye los costos de infraestructura, personal docente y administrativo, recursos educativos, mantenimiento y otros gastos operativos. Es crucial determinar si existen fuentes de financiamiento sostenibles a largo plazo (fondos gubernamentales, colegiaturas, donaciones, colaboraciones con el sector privado) y si la demanda de estudiantes será suficiente para cubrir los costos.
- **Duplicidad de Esfuerzos y Canibalización:** Es necesario analizar si ya existen otras instituciones de educación superior en Loma Bonita o en sus cercanías que ofrezcan programas similares. La extensión del ITT podría competir directamente con estas instituciones, lo que podría llevar a una “canibalización” de la matrícula total en la región, sin necesariamente aumentar el número total de estudiantes de educación superior. También se debe considerar si estudiantes que de otra manera asistirían al campus de Tuxtepec optarían por la extensión, sin representar un aumento neto en la matrícula del ITT.
- **Calidad Académica:** Mantener los mismos estándares de calidad educativa que en el campus principal de Tuxtepec puede ser un desafío en una extensión. Esto requiere asegurar la contratación de personal docente calificado y suficiente, la disponibilidad de infraestructura adecuada (aulas, laboratorios, bibliotecas, tecnología) y la implementación de procesos de evaluación y mejora continua de la calidad académica. Una extensión con una calidad inferior podría dañar la reputación del ITT en general.
- **Infraestructura y Logística:** Se debe evaluar si Loma Bonita cuenta con la infraestructura necesaria para albergar una institución de educación superior. Esto incluye la disponibilidad de terrenos adecuados, acceso a servicios básicos (agua, electricidad, internet), buenas vías de comunicación y transporte para estudiantes y personal, y otros servicios de apoyo. También es importante planificar la logística de la operación de la extensión, incluyendo la administración, la gestión de recursos y la vinculación con el campus principal.



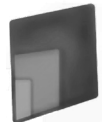
- **Resistencia o Falta de Apoyo Local:** El éxito de la extensión dependerá en gran medida del apoyo que reciba de las autoridades municipales de Loma Bonita, el sector empresarial local y la comunidad en general. La falta de este apoyo podría generar obstáculos burocráticos, dificultades para la colaboración y una baja aceptación por parte de los estudiantes potenciales.
- **Análisis de las Carreras con Baja Matrícula en Tuxtepec:** Es crucial entender las razones por las cuales algunas carreras tienen baja demanda en el campus principal. ¿Se deben a una falta de interés regional, a la calidad de los programas, a la competencia de otras instituciones o a factores económicos? Ofrecer las mismas carreras en Loma Bonita sin abordar estas causas subyacentes podría llevar a los mismos resultados en la nueva ubicación.

Consideraciones Adicionales:

- **Modelo de Gestión:** Definir claramente cómo se gestionará la extensión. ¿Será una unidad completamente dependiente del campus de Tuxtepec, con una administración centralizada, o tendrá cierta autonomía en su operación y toma de decisiones? El modelo de gestión influirá en la eficiencia, la capacidad de respuesta a las necesidades locales y la rendición de cuentas.
- **Vinculación con el Entorno Socioeconómico de Loma Bonita:** La pertinencia de los programas ofrecidos en la extensión debe estar estrechamente ligada a las necesidades y oportunidades del entorno local. Esto implica establecer relaciones con empresas, organizaciones y el gobierno local para entender sus demandas de talento y diseñar programas que respondan a ellas, aumentando así la empleabilidad de los egresados y la relevancia de la institución para la comunidad.
- **Evaluación Rigurosa y Seguimiento:** Es fundamental establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) para medir el éxito de la extensión a lo largo del tiempo. Esto incluye el seguimiento de la matrícula, la retención estudiantil, las tasas de graduación, la empleabilidad de los egresados, el impacto en la comunidad local y la sostenibilidad financiera. Una evaluación continua permitirá identificar fortalezas, debilidades y áreas de mejora para asegurar el éxito a largo plazo de la extensión.

Riesgos de Expandirse con Baja Matrícula en Algunas Áreas:

- **Tensión Financiera:** Si el ITT ya enfrenta desafíos financieros debido a la baja matrícula en ciertos programas en Tuxtepec, expandirse sin resolver estos problemas podría exacerbar la situación. Los costos adicionales de establecer y operar un nuevo campus podrían no ser sostenibles si la nueva extensión no atrae suficientes estudiantes.
- **Dilución de Recursos:** La expansión podría llevar a una dispersión de los recursos existentes de la institución (financieros, humanos, académicos), lo que podría afectar la calidad de la educación tanto en el campus principal como en la nueva extensión. Es crucial asegurar que la expansión no se realice a expensas de la calidad de los programas existentes.
- **Riesgo Reputacional:** Si la extensión no logra atraer suficientes estudiantes, ofrece una educación de calidad deficiente o enfrenta problemas operativos significativos, podría dañar la

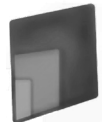


reputación del ITT en general, afectando la confianza de los estudiantes y la comunidad en todas sus sedes.

- **Mayor Competencia:** La nueva extensión probablemente enfrentará la competencia de instituciones educativas ya establecidas en Loma Bonita y su área de influencia. Si el campus principal ya tiene dificultades para llenar las plazas en algunos programas, la extensión podría enfrentar desafíos aún mayores en un mercado nuevo y potencialmente desconocido.
- **Demanda Incierta:** El hecho de que el ITT exista y tenga una oferta académica en Tuxtepec no garantiza que haya suficiente demanda para esos mismos programas en Loma Bonita. Las necesidades y preferencias educativas pueden variar significativamente entre comunidades, y una investigación de mercado inadecuada podría llevar a una baja matrícula en la nueva extensión.

Factores a Evaluar Antes de Considerar la Expansión:

- **Investigación de Mercado Exhaustiva:** Realizar un análisis detallado de la demanda educativa en Loma Bonita, incluyendo el tamaño de la población estudiantil potencial, sus preferencias de carrera, su capacidad económica y las tendencias del mercado laboral local. También es crucial analizar la competencia existente y las áreas donde el ITT podría ofrecer una propuesta de valor única.
- **Estudio de Viabilidad Financiera:** Desarrollar un plan financiero detallado que incluya los costos de inversión inicial (infraestructura, equipos), los costos operativos anuales (personal, mantenimiento, servicios), las proyecciones de ingresos por matrícula y otras fuentes, y un análisis del retorno de la inversión y el punto de equilibrio.
- **Alineación Estratégica:** Evaluar si la expansión a Loma Bonita se alinea con la misión, la visión y los objetivos estratégicos a largo plazo del ITT. ¿Contribuye esta expansión al crecimiento sostenible de la institución? ¿Fortalece su impacto en la región?
- **Viabilidad del Programa Académico:** Analizar la pertinencia de los programas que se planean ofrecer en Loma Bonita. ¿Responden a las necesidades del mercado laboral local? ¿Tienen un potencial de crecimiento en la matrícula? ¿Se pueden ofrecer con los recursos disponibles o proyectados para la extensión?
- **Disponibilidad de Recursos:** Evaluar si el ITT cuenta con los recursos humanos, financieros, técnicos y administrativos necesarios para apoyar la creación y operación de una nueva extensión sin comprometer la calidad de los programas existentes en Tuxtepec.
- **Participación Comunitaria:** Involucrar a las autoridades municipales, el sector empresarial, las organizaciones sociales y la comunidad en general de Loma Bonita en el proceso de planificación. Comprender sus necesidades, expectativas y disposición a colaborar es fundamental para el éxito de la iniciativa.
- **Planificación de Contingencias:** Desarrollar un plan para abordar posibles desafíos y riesgos, como una matrícula inferior a la esperada, dificultades financieras, problemas de infraestructura o falta de apoyo local. Tener planes de contingencia puede ayudar a mitigar los impactos negativos y asegurar la viabilidad de la extensión a largo plazo.

**Posibles Beneficios (Si se Planifica Cuidadosamente):**

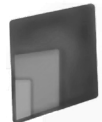
- **Aumento General de la Matrícula:** Si la extensión logra atraer a un número significativo de estudiantes que de otra manera no hubieran accedido a la educación superior tecnológica, podría generar un aumento neto en la matrícula total del ITT.
- **Diversificación de las Fuentes de Ingresos:** Una extensión exitosa podría crear una nueva fuente de ingresos para el ITT a través de las colegiaturas y posibles colaboraciones o proyectos en Loma Bonita, lo que podría mejorar la estabilidad financiera general de la institución.
- **Mejora de la Reputación y el Alcance:** Una expansión exitosa podría ampliar el alcance geográfico y la visibilidad del ITT, mejorando su reputación como una institución comprometida con el desarrollo educativo y regional.
- **Servicio a Comunidades Desatendidas:** La extensión podría brindar oportunidades educativas a una comunidad que actualmente tiene un acceso limitado a la educación superior tecnológica, cumpliendo así una importante función social y contribuyendo a la equidad educativa.

ANÁLISIS Y REFLEXIÓN

La propuesta de extender el Instituto Tecnológico de Tuxtepec (ITT) a Loma Bonita trasciende una simple decisión administrativa o logística; exige un riguroso análisis fundamentado en una perspectiva crítica sobre la verdadera esencia y propósito de la educación superior. La filosofía educativa, especialmente aquella centrada en el pensamiento crítico, nos invita a cuestionar no solo la viabilidad operativa de la expansión, sino también su justificación pedagógica y su potencial impacto social y cultural en la comunidad de Loma Bonita.

John Dewey (1916), en su influyente obra "Democracia y Educación", argumenta que la educación no debe ser un proceso aislado, sino una fuerza activa intrínsecamente ligada a las necesidades y al desarrollo integral de la comunidad a la que sirve. Desde esta perspectiva, la expansión del ITT a Loma Bonita se justifica si y solo si se alinea genuinamente con las aspiraciones, los desafíos y las oportunidades económicas y sociales específicas de esta localidad. Esto implica un profundo entendimiento del tejido social, las vocaciones productivas predominantes, las carencias de capital humano especializado y las expectativas de la población joven y adulta en Loma Bonita. La mera transferencia de modelos educativos o programas existentes en Tuxtepec, sin una adaptación reflexiva al contexto local, podría fallar en su propósito de empoderar y desarrollar a la comunidad.

En contraposición a una visión puramente instrumental de la educación, Paulo Freire (1970) en "Pedagogía del Oprimido" nos advierte sobre el peligro de una educación que no se basa en un diálogo auténtico y en una comprensión profunda de la realidad local. Freire critica la "educación bancaria", donde el conocimiento se deposita pasivamente en los estudiantes sin fomentar la reflexión crítica y la capacidad de transformar su propia realidad. Si la extensión del ITT en Loma Bonita se concibe sin una participación activa de la



comunidad en la identificación de sus necesidades educativas y en la co-creación de soluciones, corre el riesgo de ser percibida como una imposición cultural, desconectada de las verdaderas aspiraciones y el contexto vivido por los habitantes de Loma Bonita. Un enfoque crítico exige que la institución se involucre en un diálogo significativo con la comunidad, comprendiendo sus saberes, sus desafíos y sus visiones de futuro para construir una oferta educativa verdaderamente relevante.

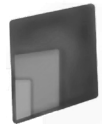
La situación de baja matrícula en algunas carreras del campus principal en Tuxtepec añade una capa de complejidad a este análisis crítico. Obliga a una introspección profunda sobre la pertinencia de la oferta académica actual del ITT. ¿Están los programas existentes alineados con las demandas del mercado laboral regional más amplio? ¿Responden a los intereses y aptitudes de los estudiantes? Una expansión que simplemente replique programas con baja demanda en un nuevo contexto geográfico, sin una investigación exhaustiva de las necesidades específicas de Loma Bonita, podría ser un error estratégico costoso. Como señalan Hemsley-Brown y Oplatka (2015) en sus estudios sobre estrategias de crecimiento en instituciones educativas, la expansión exitosa no se trata solo de aumentar el número de estudiantes, sino de identificar y satisfacer las necesidades insatisfechas del mercado objetivo, comprendiendo el panorama competitivo local y ofreciendo una propuesta de valor diferenciada y atractiva.

La viabilidad financiera de la extensión es otro aspecto que debe ser examinado con un ojo crítico. La inversión en una nueva sede implica costos significativos a corto y largo plazo. Estos costos deben justificarse no solo por el potencial de crecimiento de la matrícula, sino también por la sostenibilidad económica a largo plazo y la contribución de la extensión a la misión general del ITT. Una expansión que se basa únicamente en expectativas de matrícula sin un plan financiero sólido y diversificado corre el riesgo de generar una carga insostenible para la institución en su conjunto, comprometiendo incluso la calidad de la educación ofrecida en el campus principal. Un análisis crítico exige transparencia en la planificación financiera y una evaluación realista de los riesgos y los posibles retornos de la inversión educativa.

Finalmente, la reflexión debe considerar el impacto de la expansión en la calidad académica y la identidad del ITT. La institución ha construido una reputación a lo largo de su trayectoria en Tuxtepec, y cualquier expansión debe salvaguardar, si es posible, fortalecer esa reputación. Mantener los estándares de excelencia en una nueva sede requiere una planificación cuidadosa en términos de la selección y capacitación del personal docente, la inversión en infraestructura y recursos educativos adecuados, y la implementación de mecanismos de aseguramiento de la calidad. Una expansión apresurada y mal gestionada, impulsada quizás por la mera ambición de crecimiento sin la debida atención a la calidad, podría diluir la identidad del ITT y dañar su prestigio a largo plazo. El pensamiento crítico nos impulsa a priorizar la calidad y la pertinencia por encima de la mera expansión cuantitativa.

CONCLUSIONES

La extensión del Instituto Tecnológico de Tuxtepec en Loma Bonita presenta una oportunidad significativa para ampliar el acceso a la educación superior y contribuir al desarrollo regional, siempre y cuando se aborden de manera rigurosa los desafíos y riesgos identificados.



Antes de tomar una decisión final, es imperativo realizar un estudio de factibilidad exhaustivo que se base **74** en una investigación de mercado profunda en Loma Bonita, un análisis financiero detallado, una estrategia clara para garantizar la calidad académica y una evaluación del apoyo local y la infraestructura disponible. Ignorar las lecciones aprendidas de la baja matrícula en algunas áreas del campus principal y no adaptar la oferta a las necesidades específicas de Loma Bonita podría comprometer el éxito de la extensión. La estrategia más recomendable implica un enfoque cauteloso y basado en datos, priorizando la calidad educativa y la sostenibilidad financiera. La decisión final debe reflejar una visión estratégica a largo plazo que beneficie tanto al ITT como a la comunidad de Loma Bonita, contribuyendo de manera significativa al desarrollo regional a través de una educación superior pertinente y de calidad.

REFERENCIAS

- Aaker, D. A. (1991). Managing brand equity. The Free Press.
- Chapleo, C. (2015). Marketing for higher education: A student-centric approach. Routledge.
- Dewey, J. (1916). Democracia y educación. Ediciones Akal.
- Didriksson, A. (2000). La pertinencia de la educación superior en América Latina. UNESCO-IESALC.
- Florida, R. (2002). The rise of the creative class: And how it's transforming work, leisure, community and everyday life. Basic Books.1
- Freire, P. (1970). Pedagogía del oprimido. Siglo XXI Editores.
- Hemsley-Brown, J., & Oplatka, I. (2015). Higher education marketing: For a new century. Palgrave Macmillan.
- Kotler, P. (2012). Dirección de marketing (14ª ed.). Pearson Educación.
- Sen, A. (1999). Desarrollo y libertad. Planeta.
- UNESCO. (2012). Educación superior y desarrollo sostenible: Más allá de la Declaración de Río. UNESCO.



DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE UN CHATBOT EN WHATSAPP PARA EL ÁREA DE SERVICIO DE AUTOMOTRIZ R&R

75

Itzamar Crespo Morales
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
itzamarcrespom@gmail.com

Meztli Valeriano Orozco
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
meztli.vo@tuxtepec.tecnm.mx

José Alberto Villalobos Serrano
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.vs@tuxtepec.tecnm.mx

José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx

Antonio Villalobos Serrano
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
antonio.vs@tuxtepec.tecnm.mx

Fecha de recepción: 26/03/2026
Fecha de aprobación: 18/04/2026

RESUMEN

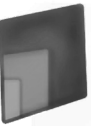
Un chatbot es un programa de software diseñado para simular una conversación con usuarios humanos, ya sea a través de texto o voz, que puede ser usado para brindar información de forma inmediata. Por otra parte, hoy en día la competitividad en la industria automotriz es muy fuerte ya que tecnológicamente los vehículos cada día mejoran su rendimiento y calidad, por lo que la diferencia se encuentra en la atención al cliente que brindan las diversas agencias automotrices; por ello la importancia de conocer la satisfacción de sus clientes, con el fin de lograr su fidelización y posterior retorno. Es por ello que se ha implementado un chatbot en WhatsApp para el área de servicio de Automotriz R&R S.A DE C.V de la ciudad de Tuxtepec, Oaxaca, como una herramienta interactiva para el proceso de servicios post-venta y con ello lograr una atención más eficiente en momentos donde el personal humano no puede atender una consulta, ayudándolo también a tomar de una forma positiva, concisa e interesante el proceso de obtención de información. El principal objetivo es brindar información sobre las consultas frecuentes de los servicios post-venta, en el cual los clientes tengan una opción con mayor disponibilidad e inmediatez para su experiencia dentro de la agencia y la marca, la cual se ha visto afectada por la cantidad limitada de asesores de servicio y la sobrecarga constante de clientes que mandan mensajes en busca de una resolución, buscando que esta propuesta sirva a su posteridad como herramienta de apoyo para brindar una mejor y precisa atención a clientes inclusive en otras áreas de la empresa.

Palabras Clave: Chatbot, Whatsapp, Interactivo, Automotriz, Servicio

ABSTRACT

A chatbot is a software program designed to simulate a conversation with human users, either through text or voice, which can be used to provide information immediately. Furthermore, today's competition in the automotive industry is very strong as technologically, vehicle performance and quality are constantly improving. Therefore, the difference lies in the customer service provided by various automotive dealerships. Hence, it is important to understand customer satisfaction in order to achieve customer loyalty and subsequent return. For this reason, a WhatsApp chatbot has been implemented for the service area of Automotriz R&R S.A DE C.V in the city of Tuxtepec, Oaxaca, as an interactive tool for the after-sales service process, thereby achieving more efficient service in times when human staff cannot answer a question. It also helps them approach the information-gathering process in a positive, concise, and engaging way. The main objective is to provide information on frequently asked questions about after-sales services, giving customers a more accessible and immediate option for their experience within the agency and the brand, which has been affected by the limited number of service advisors and the constant overload of customers sending messages seeking a solution. We hope this proposal will serve as a support tool for providing better and more accurate customer service, even in other areas of the company.

Keywords: Chatbot, Whatsapp, Interactive, Automotive, Service



INTRODUCCIÓN

La Concesionaria Volkswagen Automotriz R&R SA de CV sucursal Tuxtepec, es una de las sucursales distribuidoras de automóviles de la empresa Volkswagen, actualmente ubicada en la Carretera Miguel Alemán Km. 13, C.P 68300 Centro, en la ciudad de San Juan Bautista Tuxtepec, Oaxaca. La sucursal cuenta con un número de 56 empleados dentro de sus instalaciones, en las cuales se desarrollan tareas administrativas, de ventas de autos y refacciones al igual que reparación de estos.

En el dinámico y competitivo mercado automotriz actual, las agencias de automotrices enfrentan desafíos constantes para proporcionar un servicio al cliente eficiente y de alta calidad. La creciente demanda de información rápida y precisa, combinada con la necesidad de mejorar la satisfacción del cliente en el proceso después de realizar una venta, ha puesto de manifiesto la necesidad de soluciones innovadoras que optimicen la atención al cliente.

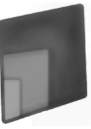
Uno de los problemas más relevantes es cuánto tiempo se necesita para responder a las consultas de los clientes. En un mundo donde los clientes esperan respuestas inmediatas, los retrasos cuando la cantidad de consultas supera la capacidad del personal disponible o los pedidos de servicio en horas inhábiles conducen a tiempos de espera prolongados y frustración entre los clientes que pueden resultar en una pérdida de interés y, en última instancia, en una pérdida de clientes que no deseen volver a adquirir productos de la marca.

La Agencia Volkswagen Automotriz R&R requiere un sistema que pueda manejar varias consultas al mismo tiempo y brindar respuestas inmediatas, ya que el personal humano tiene limitaciones naturales y no siempre puede atender todas las consultas de manera instantánea. Otro aspecto crítico es la accesibilidad de la información; los clientes modernos esperan poder acceder a la información sobre productos y servicios en cualquier momento y desde cualquier lugar. La falta de una plataforma que ofrezca esta accesibilidad de manera eficiente puede resultar en una experiencia de cliente insatisfactoria.

Actualmente, el proceso para obtener información sobre los coches y servicios de la agencia puede ser lento y tedioso, dependiendo de la disponibilidad del personal para proporcionar respuestas detalladas. La agencia enfrenta el desafío de proporcionar una atención personalizada y rápida. En la actualidad, gran parte de las interacciones iniciales con los clientes implican tareas repetitivas, como responder preguntas frecuentes sobre modelos de coches, características, servicios y disponibilidad de refacciones. Estas tareas, aunque esenciales, consumen tiempo valioso del personal, tiempo que podría dedicarse a interacciones más complejas.

FUNDAMENTO TEÓRICO

ELIZA fue un 'chatbot' creado en 1966 por el profesor del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), Joseph Weizenbaum, basado en el método de psicoterapia del psicólogo Carl Rogers, el informático creó una tecnología que fuese capaz de responder de manera atenta y empática cualquier tipo de cuestionamiento (Gómez Parra, 2023).



Este programa funcionaba reconociendo palabras clave y preguntando sobre ellas como si fuera un **77** psicólogo. Por ejemplo, si alguien mencionaba la palabra padre en una frase, el bot le preguntaría sobre su familia, creando la ilusión de entendimiento e interacción real. Siendo el resultado considerado el primer bot conversacional (chatbot) de la historia de la ciencia computacional.

Las TIC en la Industria Automotriz

Las nuevas tecnologías de la información han impactado la industria modificando la forma en que se produce, las características del producto y dándole nuevo aliento. La convergencia digital en la industria automotriz genera grandes cantidades de datos estructurados que las empresas utilizan en sus procesos administrativos y productivos, pues a partir de su análisis toman mejores decisiones de inversión y de organización para tener un mejor desempeño (Sánchez & Medina, 2021).

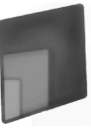
El uso de la tecnología permite a las empresas mejorar la eficiencia de sus procesos y bajar sus costos. La tecnología moderna puede ayudar a que los procesos comerciales sean más eficientes al mejorar la forma en que operan permitiendo la introducción de nuevos procesos. Al hacerlo puede ayudarlos a competir contra sus competidores y brindarles una ventaja competitiva. La calidad del servicio a menudo se considera una ventaja competitiva, ya que puede ayudar a retener y atraer clientes. El vínculo entre la calidad del servicio y la lealtad del cliente ha sido confirmado por la investigación, mostrando que cuanto más satisfecho está un cliente con un servicio, es más probable que regrese al proveedor de dicho servicio.

Existen cinco factores clave que se pueden considerar cuando se trata de evaluar la calidad de un proveedor de servicios. De acuerdo a (Berrú Palacios & Palacios Alejo, 2022) "Estos incluyen la capacidad de respuesta, la empatía, la calidad del servicio y la transparencia. La calidad del servicio a menudo se considera como un reflejo de qué tan bien una empresa atiende a sus clientes".

El objetivo de la satisfacción del cliente es medir el nivel de satisfacción que tiene una persona con un producto o servicio que ha utilizado. Este nivel de satisfacción ayuda a motivar al cliente a comprar el producto o servicio nuevamente, de lo contrario los clientes decepcionados pueden resultar en que se trasladen a otra marca competidora Según (Palacios & Palacios, 2022) "Si un cliente está satisfecho con la calidad de los productos y servicios que recibe, es probable que se convierta en su cliente por mucho tiempo".

Funciones del Asesor de Servicio

Un asesor de servicio automotriz es responsable de saludar a los clientes, escuchar sus necesidades e inquietudes y brindarles información precisa y honesta sobre sus vehículos. También realizan inspecciones, escriben órdenes de servicio, estiman costos, recomiendan reparaciones y mantenimiento, y hacen un seguimiento con los clientes después de que se completa el servicio (Electrónica de automoción, 2024). Además de poder encargarse de tareas administrativas como la programación de citas, el pedido de piezas, el procesamiento de pagos y la actualización de registros, estos asesores actúan como enlace entre el cliente y el técnico, asegurando que ambas partes estén satisfechas e informadas.



Interacción entre el chatbot y el asesor de servicios

Atención Inicial: "Los chatbots suelen encargarse de la atención inicial, respondiendo preguntas frecuentes y resolviendo problemas básicos de manera rápida y eficiente. Esto permite que los clientes obtengan respuestas inmediatas sin tener que esperar a un asesor humano" (De Souza, 2024).

Transferencia a Asesor Humano: "Si el chatbot no puede resolver la consulta del cliente, transfiere la conversación a un asesor humano. Esta transferencia puede incluir el historial de la conversación, permitiendo al asesor entender el problema sin que el cliente tenga que repetir la información" (Drincovich, 2022).

Soporte Continuo: "Los chatbots pueden operar 24/7, ofreciendo soporte continuo. Esto es especialmente útil fuera del horario laboral, ya que los clientes pueden obtener ayuda en cualquier momento" (De Souza, 2024).

Eficiencia y Personalización: "Los chatbots pueden manejar múltiples interacciones simultáneamente, lo que libera a los asesores humanos para que se concentren en consultas más complejas. Además, los chatbots pueden personalizar las respuestas basándose en la información del cliente, mejorando la experiencia del usuario" (Avilés Hernández, 2024).

Recopilación de Datos: "Los chatbots pueden recopilar datos valiosos sobre las consultas de los clientes, lo que ayuda a las empresas a identificar tendencias y áreas de mejora. Esta información puede ser utilizada para ofrecer un servicio más personalizado y eficiente" (Hernández, 2024).

¿Qué son los servicios postventa?

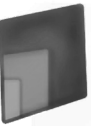
El servicio posventa incluye todas las acciones de seguimiento que el comercio realiza con el comprador después de la etapa de venta con el propósito de medir el nivel de satisfacción del cliente y mejorar su experiencia. se centra en resolver problemas, brindar asesoramiento y maximizar la satisfacción a largo plazo (Ferreira, 2024).

Un cliente satisfecho repetirá la compra a partir de la generación de valor derivada de su experiencia, interactuando tanto con el producto adquirido como con el servicio. Esto derivará en un incremento de ventas. el cliente percibirá a las personas que hay detrás de la marca, es decir, no verá a la empresa como una entidad sin rostro, sino que se humanizará por la atención al cliente. Si la experiencia es buena, la marca gozará de buena reputación y sus clientes repetirán la compra y seguramente la recomendarán a sus conocidos (Ferreira, 2024).

IA y Tipos de IA

Según IBM, (2024) "La inteligencia artificial, o IA, es tecnología que permite que las computadoras simulen la inteligencia humana y las capacidades humanas de resolución de problemas".

La European Commission, (2020) La define como "Sistemas de software (y posiblemente también de hardware) diseñados por humanos que, ante un objetivo complejo", actúan en la dimensión física o digital:



- Percibiendo su entorno, a través de la adquisición e interpretación de datos estructurados o no estructurados.
- Razonando sobre el conocimiento, procesando la información derivada de estos datos y decidiendo las mejores acciones para lograr el objetivo dado (European Commission, 2020).

Según la definición de Inteligencia Artificial de la Comisión Europea existen dos tipos de IA:

- Software: asistentes virtuales, software de análisis de imágenes, motores de búsqueda o sistemas de reconocimiento de voz y rostro.
- Inteligencia artificial integrada: robots, drones, vehículos autónomos o el Internet de las Cosas (European Commission, 2020).

Otra forma en la que se pueden diferenciar los diferentes tipos de IA es en base a su potencia, la clasificación sería la siguiente:

- IA Débil: "No tienen capacidad de aprendizaje o adaptación por sí mismos, y requieren ser programados para realizar una tarea determinada. Su alcance es limitado y no pueden realizar tareas fuera de su campo de especialización".
- IA Fuerte: "La IA fuerte tiene que tener la capacidad de razonar, planificar y tomar decisiones complejas en un amplio espectro de situaciones" (Gobierno de España, 2023).

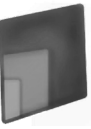
Aplicación de IA en Chatbots

Los chatbots de IA pueden mejorar las experiencias de los clientes con agentes virtuales entrenados con el contenido y los datos de una empresa, reducir los costos y escalar la asistencia al cliente. Los chatbots de IA pueden actuar como el único punto de contacto con el cliente, brindar asistencia a agentes humanos en los centros de atención telefónica, recomendar respuestas generadas sobre la marcha y responder consultas frecuentes de los clientes (Google Cloud, 2024).

Los agentes virtuales en línea y los chatbots están reemplazando a los agentes humanos a lo largo del recorrido del cliente. Responden preguntas frecuentes (FAQ) sobre temas como el envío, o brindan asesoramiento personalizado, venta cruzada de productos o sugerencias de tamaños para los usuarios, cambiando la forma en que pensamos sobre la participación del cliente en sitios web y plataformas de redes sociales. Los ejemplos incluyen bots de mensajería en sitios de comercio electrónico con agentes virtuales, aplicaciones de mensajería, como Slack y Facebook Messenger, y tareas que generalmente realizan asistentes virtuales y asistentes de voz (IBM, 2024).

PNL

El PNL se centra en la interacción entre ordenadores y humanos a través del lenguaje natural, de forma que pueda proporcionar comprensión y respuestas significativas. La forma en la que lo hace es evaluando cómo se ajusta el lenguaje natural a las reglas gramaticales "El procesamiento de lenguaje natural, o PLN, combina la lingüística computacional (modelado del lenguaje humano basado en reglas) con modelos estadísticos y de aprendizaje automático para permitir que las computadoras y los dispositivos digitales reconozcan, comprendan y generen texto y voz" (IBM, 2024).



El procedimiento PLN combina el lenguaje de las computadoras con el aprendizaje automático y la IA, para **80** simular el lenguaje humano, según (REPSOL, 2024) las fases son las siguientes:

- **Análisis morfológico:** el texto se fragmenta en palabras, asignándoles información sobre su categoría gramatical (sustantivo, verbo, adjetivo, etc.) y su significado.
- **Análisis sintáctico:** se analiza la estructura de las oraciones para determinar las relaciones entre las palabras y cómo se construye el significado a nivel de frase.
- **Análisis semántico:** se determina el significado de palabras y oraciones en el contexto del texto. Para ello, se utilizan técnicas como la semántica léxica.
- **Análisis pragmático:** va más allá del significado literal, se analiza el contexto del texto.

De esta forma, se puede comprender la intención del autor y el sentido completo del mensaje.

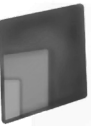
Chatbot y Tipos de Chats

Un chatbot es un programa informático que simula la conversación humana con un usuario final. Los chatbots modernos utilizan cada vez más técnicas de IA conversacional, como el procesamiento de lenguaje natural (PLN), para comprender las preguntas de los usuarios y automatizar las respuestas (IBM, 2024).

- **Chatbot basado en reglas / palabras clave:** Funciona en base a un conjunto de reglas, es decir, el usuario tendrá unas opciones de preguntas predeterminadas y el bot tendrá respuestas predeterminadas o múltiples para cada una de estas preguntas, funcionando como árboles jerárquicos de preguntas y respuestas. A partir de una pregunta base se abren opciones de respuesta que, a su vez, abren nuevas vías de interacción. Todo el proceso es mapeado y está hecho de forma predeterminada al crear el chatbot, si se escribe algo fuera de lo predeterminado, este tipo de chatbot difícilmente podrá entender y seguir con la conversación fluidamente (Rojas, 2022).
- **Chatbot basado de IA o en intenciones:** Este tipo de chatbots son actualmente de los más populares debido a su complejidad y avanzados motores de búsqueda, según (Rojas, 2022):
 - Estos son chatbots que utilizan inteligencia artificial, machine learning y procesamiento de lenguaje natural (NLP/PLN) para llevar a cabo conversaciones más inteligentes y humanas con los usuarios, siendo capaces de simular el comportamiento y habla humana, tras ser paulatinamente entrenados para comprender las intenciones o emociones de los usuarios con los que se comunican.
- **Chatbots híbridos:** "Son la unión de características de los bots basados en reglas y los bots basados en inteligencia artificial. Los chatbots híbridos utilizan ambas tecnologías para mezclar flujos de conversación predefinidos con respuestas de IA" (Rojas, 2022). Esta opción resulta más atractiva hacia los usuarios por brindarles una base de respuestas de opción múltiple a la par de proporcionar una interacción personalizada en base al texto dado.

Herramientas Usadas

- **Postman:** es una herramienta utilizada para el uso de APIs, permitiendo a los desarrolladores enviar peticiones a servicios web y ver respuestas, funcionando como un medio de pruebas para el desarrollo de sitios y aplicaciones webs, funcionando mediante métodos que envían y reciben



los datos. Según información de la página oficial del programa (Postman, 2024) "Postman es una plataforma API para crear y utilizar API.

- **Figma:** como expresa (Figma, 2024) en su sitio web oficial "Figma es una eficiente herramienta de diseño colaborativo para equipos. Explora ideas y recopila feedback, crea prototipos realistas y agiliza el desarrollo de productos con sistemas de diseño".
- **Whatsapp:** es una aplicación de mensajería para teléfonos móviles y que actualmente también ha llegado a una versión web, donde sus usuarios pueden estar conectados de manera remota haciendo uso de textos y contenido multimedia, bastando con saber el número de alguien para tenerlo en la lista de contactos. "Con nuestro producto, ahora es posible enviar y recibir una variedad de archivos multimedia (por ejemplo, texto, fotos, videos, documentos y ubicación), así como realizar llamadas" (WhatsApp, 2024).
- **Glitch :** la plataforma de sirve como una herramienta para diversos proyectos dentro de la industria de servicios en la nube. Como afirma (Glitch, 2024):
Glitch proporciona una plataforma que da vida a sus aplicaciones y, al mismo tiempo, ofrece a los recién llegados una amplia base de ejemplos para comenzar sus propias aventuras. Desde explorar la realidad virtual con WebXR hasta crear juegos incrementales inventivos y elevar la educación de la próxima generación de nativos de la web en campamentos de 50entrenamiento y escuelas, Glitch es el hogar de miles de comunidades que ya se están abriendo camino en la vida.
- **Python:** de acuerdo a (AWS, 2024) "Python es un lenguaje de programación ampliamente utilizado en las aplicaciones web, el desarrollo de software, la ciencia de datos y el machine learning (ML)". La gran mayoría de los desarrolladores utilizan Python por ser una opción eficiente y fácil de aprender, además de que se puede ejecutar en muchas plataformas diferentes al igual que tiene diferentes usos para su implementación.
- **Flask:** es uno de los frameworks que se destaca por su ligereza y fluides para el desarrollo de aplicaciones web, proporcionando herramientas y funciones útiles. Permiten evitar problemas o errores comunes de Python y poner en marcha más rápidamente y de forma más segura los servicios web. "Permiten utilizar Python para crear páginas web dinámicas y desarrollar aplicaciones web. Estos proporcionan el código necesario para facilitar el proceso de desarrollo y simplificar las tareas repetitivas" (IONOS, 2023).
- **WhatsApp API:** herramienta para tener acceso a los servicios de WhatsApp y potenciar la comunicación con los clientes y usuarios conectando un negocio o aplicación web con una de las más populares plataformas de mensajería instantánea. "Con el API de WhatsApp, puedes enviar mensajes masivos, automatizar respuestas (Chatbots), tener la capacidad de responder todos los mensajes en un inbox con varios agentes y conectar otros sistemas como CRM's" (Rodríguez, 2022).
- **Meta for Developers:** "Nuestra Plataforma es el conjunto de API, SDK, herramientas, plugins, código, tecnología, contenido y servicios que permite a otros, incluidos desarrolladores de aplicaciones y operadores de sitios web, desarrollar funciones, obtener datos de Meta y cualquier otro Producto de Meta, o proporcionarnos datos a nosotros" (Meta, 2024).



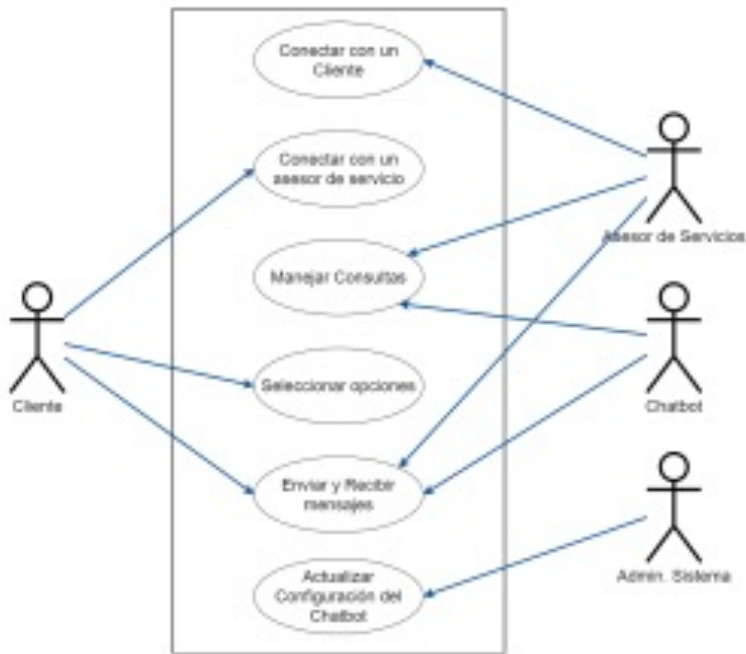
Flujo Conversacional

Un flujo de conversación de chatbot es la estructura que define cómo se desarrolla la conversación entre el sistema y el cliente, considerando las preguntas que el chatbot hará y las respuestas que el usuario puede dar. Según (Botpress, 2023) detalla que el chatbot debe incluir tanto preguntas sencillas de tipo sí-no como preguntas abiertas, que permitan interacciones dinámicas. Considerando cuidadosamente las etapas del recorrido del cliente proporcionando apoyo y orientación sin fisuras a lo largo de la experiencia del usuario.

RESULTADOS

En base a la información obtenida de la entrevista con el gerente de servicio y las capturas proporcionadas por el asistente de servicio, se diseñaron los siguientes casos de usos, las cuales demuestra las relaciones entre todas las partes que integran el funcionamiento del proyecto, entre ellas el Asesor de Servicios, el sistema Chatbot, Admin. Sistemas y el Cliente.

Fig. 1: Casos de uso del Chatbot



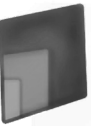
El contenido de los mensajes que puede recibir y enviar el chatbot, al igual que los emojis permitidos para el desarrollo del proyecto será el siguiente:

Tabla 1: Contenido del Chatbot

ESTADO SECUENCIA	ENTRADA	RESPUESTA	OPCIONES	VALOR OBTENIDO
INICIO	Hola	Hola, gracias por comunicarte con Automotriz Volkswagen	Esperar asesor 🙋	*razon_cita*
	Buenos días	Tuxtepec 🇲🇽, esto es un chatbot	Agendar cita 📅	
	Buenas tardes	automatizado 🤖	Otro	
		¿Cómo ponemos ayudarte?	*Entrada invalida*	

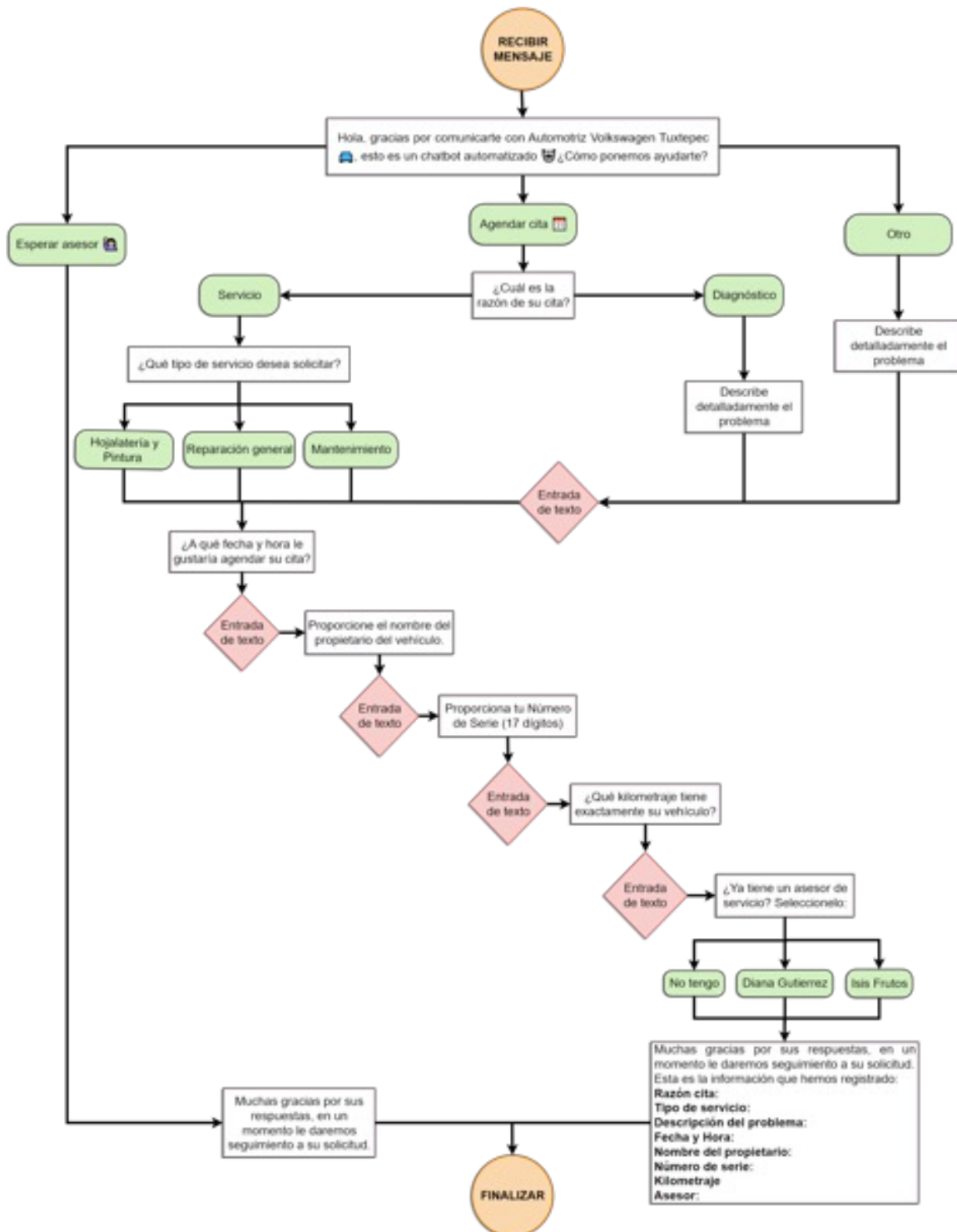


FINALIZAR	Esperar asesor 🕒	Muchas gracias por sus respuestas, en un momento le daremos seguimiento a su solicitud.		
DESCRIBIR_PROBLEMA	Otro	Describe detalladamente el problema	*Entrada de texto*	*descripcion_problema*
	Hojalatería y Pintura	(Ejemplo: 25/03/2024 10:30am)	*Entrada invalida*	
	Descripción problema			
PROPORCIONAR_NOMBRE	*Fecha y hora*	Proporcione el nombre del propietario del vehículo.	*Propietario vehículo*	*nom_propietario*
PROPORCIONAR_SERIE	*Propietario vehículo*	Proporciona tu Número de Serie (17 dígitos).	*Número de serie*	*numero_serie*
			Entrada invalida	
PROPORCIONAR_KM	*Número de serie*	¿Qué kilometraje tiene exactamente su vehículo? (Ejemplo: 1500km)	*Kilometraje*	*kilometraje*
ELEGIR_ASESOR	*Kilometraje*	¿Ya tiene un asesor de servicio? Selecciónelo:	Isis Frutos Diana Gutiérrez No tengo *Entrada invalida*	*asesor*
FINALIZAR	Isis Frutos Diana Gutiérrez No tengo	Muchas gracias por sus respuestas, en un momento le daremos seguimiento a su solicitud. Esta es la información que hemos registrado: Razón cita: *razón_cita* Tipo de servicio: *tipo_servicio* Descripción del problema: *descripcion_problema*		
DESCRIBIR_PROBLEMA	Diagnóstico	Describe detalladamente el problema	*Entrada de texto*	*descripcion_problema*
ELEGIR_RAZON	Agendar cita 📅	¿Cuál es la razón de su cita?	Servicio Diagnóstico *Entrada invalida*	*razón_cita*
ELEGIR_SERVICIO	Servicio	¿Qué tipo de servicio desea solicitar?	Mantenimiento Reparación general Hojalatería y Pintura *Entrada invalida*	*tipo_servicio*
ELEGIR_FECHA	Mantenimiento Reparación General	¿A qué fecha y hora le gustaría agendar su cita?	*Entrada de texto*	*fecha_hora*



Flujo de conversación: Siguiendo los ejemplos de conversaciones proporcionados por la empresa y de la 84 entrevista con los encargados del área de servicio, se realizó el diagrama del flujo de conversación, donde se especifican cuando los mensajes reaccionarán a botones o a entradas de texto.

Fig. 2: Flujo de conversacional del Chatbot



Chatbot en Situación de Servicio: se muestran capturas tomadas desde el lado del cliente haciendo uso del chatbot y las posibles situaciones que pueden surgir en base a las respuestas que brinde al sistema, también destacando capturas en caso de que se ingrese una información en formato incorrecto.



Fig. 3: Resultados Chatbot en situación de servicio 1

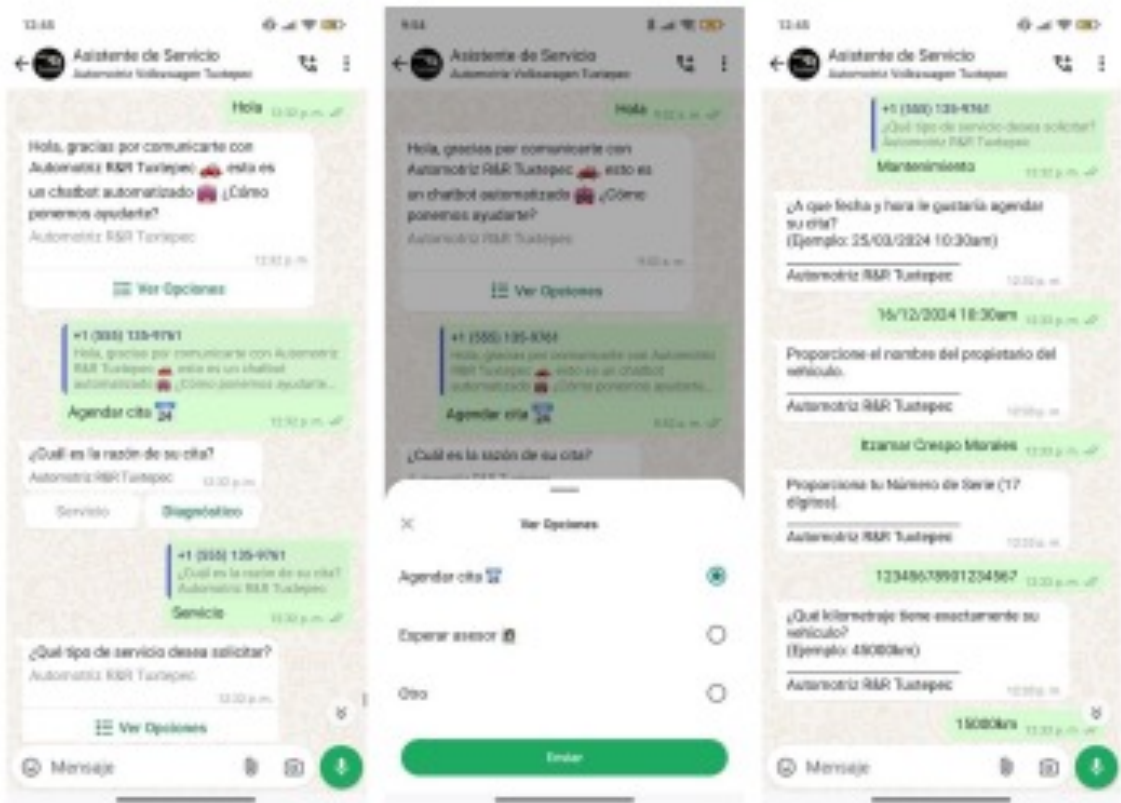
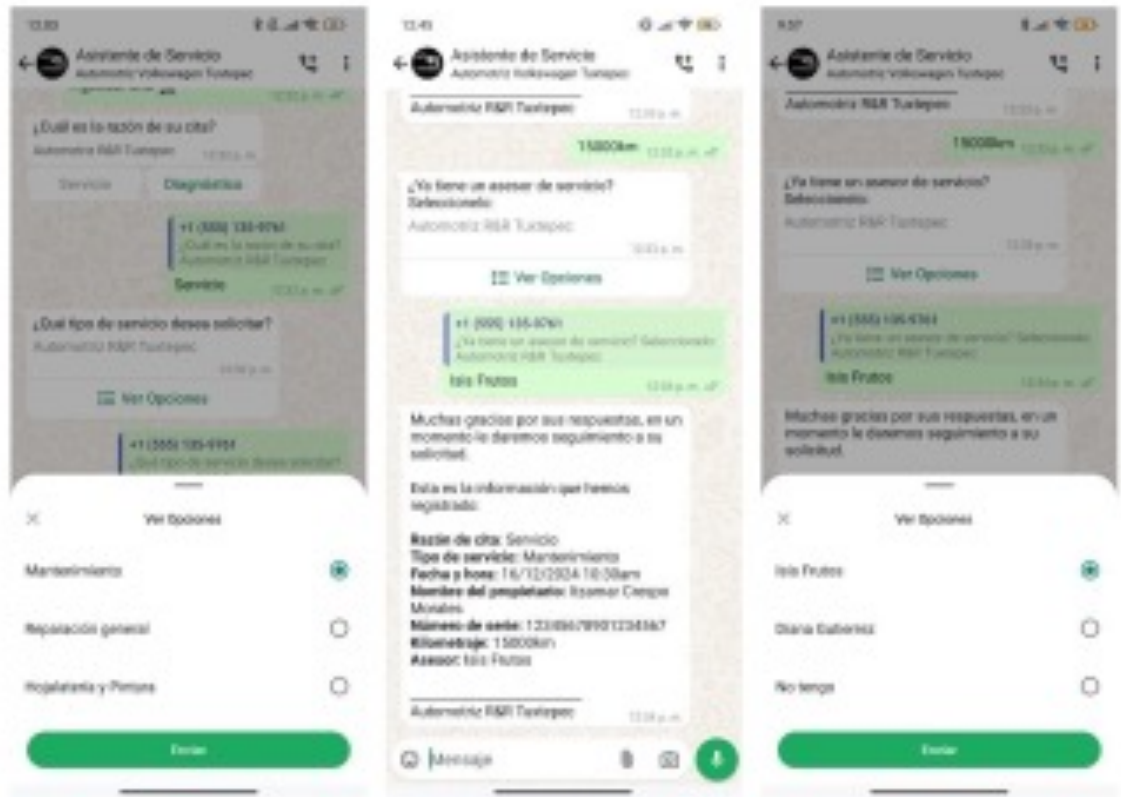
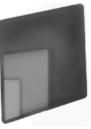


Fig. 4: Resultados Chatbot en situación de servicio 2



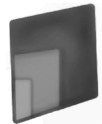


CONCLUSIONES

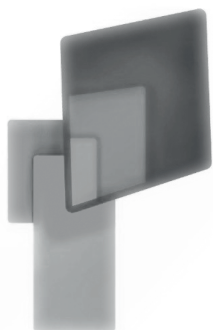
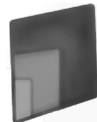
La creación y elaboración del chatbot es un trabajo arduo donde no solo se debe de tener conocimientos tecnológicos, si no, también el poder simular las conversaciones habituales entre la empresa y el cliente, las consultas más frecuentes y los datos necesarios, diseñando cada ruta dentro del flujo de conversación de la manera más óptima para ambas partes interesadas. Un chatbot se puede personalizar para satisfacer las necesidades de diferentes empresas sin importar su rubro; su flexibilidad y carácter personalizado le permiten responder a los cambios en su forma de trabajar, con la idea de lograr una mejora en la gestión y eficiencia de los procesos dentro de una empresa. Por otra parte también logra eliminar la necesidad de intermediarios para realizar ciertas tareas y ayudar a los usuarios a obtener una comprensión más profunda de los datos suministrados por él.

REFERENCIAS

- AWS. (2024). ¿Qué es Python? Retrieved 5 de septiembre de 2024, from Amazon:<https://aws.amazon.com/es/what-is/python/>
- Berrú Palacios, R. H., y Palacios Alejo, L. C. (28 de febrero de 2022). Tecnología de la información, comunicación y la satisfacción de los clientes. Retrieved 29 de agosto de 2024, from Universidad Tecnológica de Perú: https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/6649/R.Berru_L.Palacios_Tesis_Titulo_Profesional_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Botpress. (30 de octubre de 2023). Consejos de diseño de conversaciones para mejorar las conversaciones de chatbot. Retrieved 5 de septiembre de 2024, from Botpress: <https://botpress.com/es/blog/conversation-design-tips-for-better-chatbot-conversations>
- Electrónica de automoción. (2024). ¿Qué hace un asesor de servicios automotrices? Retrieved 2 de septiembre de 2024, from LinkedIn:<https://es.linkedin.com/advice/3/what-does-automotive-service-advisor-do-ijh8e?lang=es>
- European Commission. (2020). AI Watch. Defining Artificial Intelligence. Towards an operational definition and taxonomy of artificial intelligence. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/382730>
- Ferreira, A. C. (14 de febrero de 2024). Qué es el servicio posventa, estrategias y ejemplos. Retrieved 2 de septiembre de 2024, from INBOUNDCYCLE: <https://www.inboundcycle.com/blog-de-inbound-marketing/servicio-post-venta-que-es>
- Figma. (2024). Figma Design. Retrieved 13 de Octubre de 2024, from Figma: <https://www.figma.com/es-la/design/>
- Glitch. (2024). Sobre Nosotros. Retrieved 5 de Noviembre de 2024, from Glitch: <https://glitch.com/about>



- Gobierno de España. (19 de abril de 2023). Qué es la Inteligencia Artificial. **87**
Retrieved 3 de septiembre de 2024, from Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia: <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/que-es-inteligencia-artificial-ia-prtr>
- Gómez Parra, N. (12 de Septiembre de 2023). ¿Cómo influyó ELIZA, el primer 'Chatbot' de la historia, en la creación de las IA? EL TIEMPO. Retrieved 15 de Septiembre de 2024, from <https://www.eltiempo.com/tecnosfera/apps/como-influyo-eliza-el-primer-chatbot-de-la-historia-en-la-creacion-de-las-ia-805296>
- Google Cloud. (2024). Use chatbots con tecnología de IA para entregar conversaciones automatizadas. Retrieved 5 de septiembre de 2024, from Google Cloud: <https://cloud.google.com/use-cases/ai-chatbot?hl=es-419>
- IBM. (2024). ¿Qué es la inteligencia artificial (IA)? Retrieved 3 de septiembre de 2024, from IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence>
- IONOS. (1 de marzo de 2023). ¿Qué es Flask Python? Un breve tutorial sobre este microframework. Retrieved 5 de septiembre de 2024, from IONOS: <https://www.ionos.mx/digitalguide/paginas-web/desarrollo-web/flask/#c486949>
- Marquina Sánchez, L., y Álvarez Medina, L. (2021). La convergencia digital en el automóvil. Retrieved 28 de agosto de 2024, from Repositorio Institucional ALTEC: <https://repositorio.altecasociacion.org/bitstream/handle/20.500.13048/1499/La20convergencia%20digital%20en%20el%20autom%c3%b3vil.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Meta. (2024). Condiciones de la plataforma de Meta. Retrieved 28 de Agosto de 2024, from Meta for Developers: <https://developers.facebook.com/terms/>
- Postman. (2024). What is Postman? Retrieved 5 de septiembre de 2024, from Postman: <https://www.postman.com/product/what-is-postman/>
- REPSOL. (25 de marzo de 2024). ¿Qué es el Proceso del Lenguaje Natural (PLN)? Retrieved 5 de septiembre de 2024, from REPSOL: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/tecnologia-innovacion/procesamiento-lenguaje-natural/index.cshtml>
- Rodríguez, E. (9 de agosto de 2022). La Guía Completa de WhatsApp API. Retrieved 5 de septiembre de 2024, from Hilos: <https://hilos.io/blog/guia-completa-de-la-api-de-whatsapp>
- Rojas, N. (30 de mayo de 2022). Tipos de chatbots: conoce tus opciones y cómo elegir el mejor para tu empresa. Retrieved 29 de agosto de 2024, from infobip: <https://www.infobip.com/es/blog/tipos-de-chatbots-conoce-tus-opciones-y-como-elegir-el-mejor-para-tu-empresa>
- WhatsApp. (2024). Acerca de WhatsApp. Retrieved 5 de septiembre de 2024, from WhatsApp: https://www.whatsapp.com/about?lang=es_LA



INSTRUMENTACIÓN ELECTRÓNICA AVANZADA Y AUTOMATIZACIÓN EN ENTORNOS DE EXTREMA HOSTILIDAD

88

Hilario Palacios Barrientos
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
hilario.pb@tuxtepec.tecnm.mx

José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx

Priscila Ramírez guerrero
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
priscilia.rg@tuxtepec.tecnm.mx

Fecha de recepción: 26/03/2026
Fecha de aprobación: 18/04/2026

RESUMEN

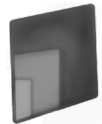
El presente artículo de investigación y divulgación científica expone el diseño, fundamentación matemática y despliegue físico de un sistema integrado de instrumentación electrónica y control de procesos en tiempo real para optimizar la extracción de sacarosa en el tándem de molinos del Ingenio "Adolfo López Mateos". Los sensores capacitivos instalados con anterioridad sufrían fallas catastróficas recurrentes debido a las condiciones ambientales críticas de la planta, caracterizadas por alta vibración armónica, acidez extrema (PH 3.5 - 4.5) y saturación de humedad por lavado. La solución de ingeniería propuesta consistió en una reingeniería basada en la implementación de transductores de presión piezo-resistivos industriales (WIKA S-20), sensores de desplazamiento lineal micrométrico por efecto Hall (TDR300D) y un sistema discreto de medición de nivel por conductividad eléctrica adaptativa (LCS-500). El transporte de las señales analógicas hacia las tarjetas de entrada de un Controlador Lógico Programable (PLC) Siemens se estructuró mediante lazos de corriente balanceados de 4-20 mA. El análisis de variables demostró una atenuación absoluta del ruido electromagnético y un incremento significativo en la eficiencia del flujo volumétrico de bagazo. Esto estabilizó la caldera principal y potenció los índices de cogeneración de energía limpia a partir de la biomasa cañera.

Palabras clave: Instrumentación, Sensores, PLC, Automatización

ABSTRACT

This research and scientific dissemination article presents the design, mathematical foundation, and physical implementation of an integrated electronic instrumentation and real-time process control system to optimize sucrose extraction in the tandem mill of the "Adolfo López Mateos" sugar mill. The previously installed capacitive sensors suffered recurring catastrophic failures due to the plant's critical environmental conditions, characterized by high harmonic vibration, extreme acidity (pH 3.5–4.5), and moisture saturation from washing. The proposed engineering solution consisted of a re-engineering process based on the implementation of industrial piezoresistive pressure transducers (WIKA S-20), micrometric linear displacement sensors using the Hall effect (TDR300D), and a discrete adaptive electrical conductivity level measurement system (LCS-500). The transmission of analog signals to the input cards of a Siemens Programmable Logic Controller (PLC) was structured using balanced 4-20 mA current loops. Variable analysis demonstrated absolute attenuation of electromagnetic noise and a significant increase in the volumetric flow efficiency of bagasse. This stabilized the main boiler and boosted the cogeneration rates of clean energy from sugarcane biomass.

Keywords: Instrumentation, Sensors, PLC, Automation



INTRODUCCIÓN Y MARCO SOCIOECONÓMICO DE LA BIOENERGÍA

La agroindustria de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) constituye uno de los pilares socioeconómicos e industriales más dinámicos e históricos de la manufactura en México. No obstante, las dinámicas energéticas globales y las exigencias de sostenibilidad del siglo XXI han forzado a que los ingenios modernos dejen de operar como simples plantas de refinamiento alimentario. Hoy en día, funcionan como complejas biorefinerías capaces de generar excedentes de energía eléctrica limpia mediante el procesamiento térmico de su principal subproducto: el bagazo (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, s. f.).

En este contexto competitivo se sitúa Grupo PIASA, un consorcio industrial que aporta aproximadamente el 10% de la producción nacional de azúcar y el 35% del mercado de azúcar refinado de alta pureza. La producción del Ingenio "Adolfo López Mateos" está sujeta a los más estrictos controles de calidad internacionales, debido a que es un proveedor estratégico directo de firmas transnacionales de la industria de bebidas y embotellado, tales como la compañía Coca-Cola (Grupo PIASA, s. f.).

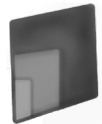
Esta demanda comercial exige que la planta opere con un índice de eficiencia global cercano al 98%, minimizando las pérdidas operativas causadas por fallas en la maquinaria o lecturas erróneas de los sistemas de adquisición de datos. El núcleo neurálgico del ingenio se localiza en el área de batey y el tándem de molinos. En esta sección, la caña picada y desfibrada es introducida secuencialmente a través de pesados rodillos de fundición denominados "masas". Estas masas ejercen fuerzas de compresión hidráulica monumentales para romper las celdas de la planta y liberar el jugo rico en sacarosa (guarapo). El proceso emplea un esquema de lavado en contracorriente denominado imbibición compuesta. En este sistema, se añade agua caliente en el último molino para disolver los remanentes de azúcar, y el jugo resultante se bombea hacia atrás a los molinos anteriores a través de tolvas intermedias de transferencia conocidas como "tajines".

El equilibrio operativo de este proceso es un problema complejo de dinámica de fluidos y control de variables mecánicas. Si el nivel de bagazo y jugo en los tajines desciende por debajo de un umbral crítico, los molinos giran en vacío, acelerando el desgaste de las masas y consumiendo energía innecesaria. Por el contrario, si el nivel excede la capacidad geométrica del tajín, el material se desborda, inundando las transmisiones mecánicas y provocando un paro imprevisto de la línea de producción.

Cada minuto de paro técnico en temporada de zafra representa pérdidas económicas masivas y desestabiliza la presión de vapor de las calderas alimentadas por el bagazo. Por lo tanto, la instrumentación electrónica industrial es la única disciplina científico-técnica capaz de proporcionar sensores robustos y lazos de control cerrados que garanticen la estabilidad, predictibilidad y optimización estocástica del proceso.

PROBLEMÁTICA INDUSTRIAL Y JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Previo al desarrollo e implementación de este proyecto a cargo de la firma especializada LUCAS IND, la sección de molienda del Ingenio "Adolfo López Mateos" presentaba serias vulnerabilidades en sus sistemas de adquisición de variables analógicas. La instrumentación original se basaba en sensores de proximidad y nivel de tipo capacitivo para determinar la presencia de la masa de bagazo en los tajines.



Como establece Pallas Areny (2000), el principio físico de un transductor capacitivo se fundamenta en la **90** ecuación general de capacitancia para un condensador de placas paralelas:

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$$

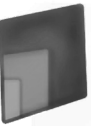
Donde:

- C es la capacitancia en faradios (F),
- ϵ_0 es la permitividad del vacío (8.854×10^{-12} F/m),
- ϵ_r es la permitividad relativa o constante dieléctrica del medio interpuesto,
- A es el área superpuesta de las placas en metros cuadrados (m²),
- d es la distancia de separación entre los electrodos en metros (m).

En un entorno ideal, el cambio de nivel del material modifica el valor de ϵ_r entre las placas del sensor, variando la capacitancia y modulando una señal de frecuencia interna que el circuito acondicionador traduce en una salida lógica o analógica. Sin embargo, el microclima interno de un molino azucarero dista mucho de ser ideal. Durante la molienda, el aire se satura con un rocío fino de jugo de caña, el cual posee una alta conductividad debido a las sales e iones disueltos y un pH ácido que oscila entre 3.5 y 4.5.

Este fluido corrosivo, combinado con el polvo en suspensión del bagazo, creaba una película adherente y húmeda sobre la cara activa de los sensores capacitivos. Esta capa anulaba el dieléctrico del aire y provocaba que la permitividad relativa quedara fija en valores elevados, simulando permanentemente un falso positivo (indicación de tajín lleno cuando se encontraba vacío). Además, la naturaleza química del guarapo destruía los sellos de polímero de los sensores, filtrándose al circuito electrónico interno y provocando cortocircuitos recurrentes en las etapas de oscilación.

A esta problemática se sumaba el monitoreo del desplazamiento de las masas superiores de los molinos. Las masas experimentan movimientos verticales variables dependiendo del volumen de caña que ingresa. La medición original se realizaba mediante sistemas mecánicos de palancas acopladas a potenciómetros lineales resistivos. La vibración mecánica continua de baja frecuencia y alta amplitud del molino fracturaba las pistas de carbón de los potenciómetros por fatiga de material, interrumpiendo abruptamente el lazo de realimentación y obligando a los operadores a regular la presión hidráulica de forma manual y empírica. Por consiguiente, se justificó el diseño de una reingeniería electrónica integral orientada a sustituir la totalidad de los transductores vulnerables por componentes de estado sólido inmunes al desgaste mecánico, con principios de medición conductivos y magnéticos, y protegidos por una infraestructura de canalización con blindaje electromagnético avanzado.



FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS TRANSDUCTORES SELECCIONADOS

Para garantizar una confiabilidad operativa del 100% bajo condiciones extremas, se seleccionaron tres tecnologías de transducción electrónica diferenciadas por sus principios físicos de operación.

Transmisor de Presión Piezo-resistivo (WIKA S-20)

Para el monitoreo de la presión hidráulica aplicada a los cojinetes de las masas de los molinos se integraron transmisores de presión industrial WIKA S-20. El elemento sensor de estos dispositivos consiste en un diafragma de acero inoxidable micromecanizado sobre el cual se difunden resistencias semiconductoras configuradas en un puente de Wheatstone.

Según Cooper (1991), el efecto piezo-resistivo describe el cambio en la resistividad eléctrica de un material semiconductor cuando se somete a una deformación mecánica o esfuerzo estructural (σ).

A diferencia de las galgas extensiométricas metálicas convencionales, el factor de galga (K) de los semiconductores es significativamente mayor, lo que incrementa la sensibilidad del sensor:

$$K = \frac{\Delta R/R}{\epsilon} \approx 100 \text{ a } 150$$

Donde E es la deformación unitaria. Cuando la presión del fluido ejerce fuerza sobre el diafragma deflectores, el equilibrio de tensiones en el puente de Wheatstone se rompe, generando un voltaje diferencial de salida (ΔV) expresado por:

$$\Delta V = V_{\text{excitacion}} \cdot \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_4}{R_3 + R_4} \right)$$

Este voltaje en el rango de los milivoltios es procesado inmediatamente por un amplificador de instrumentación de alta linealidad con compensación térmica de deriva activa, integrado dentro de la cápsula hermética del sensor, el cual convierte la señal de voltaje en una salida de corriente analógica lineal.

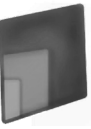
Transmisor de Posición por Efecto Hall (TDR300D)

La determinación del desplazamiento vertical de las masas se resolvió mediante transductores lineales TDR300D basados en el efecto Hall. El principio del efecto Hall postula que si una corriente eléctrica (I) fluye a través de una placa de material conductor o semiconductor colocada dentro de un campo magnético perpendicular (B), se genera un voltaje eléctrico transversal (V_H) perpendicular tanto a la corriente como al campo magnético (Cooper, 1991). La ecuación matemática que rige este fenómeno está dada por:

$$V_H = R_H \cdot \left(\frac{I \cdot B}{t} \right)$$

Donde:

- R_H es el coeficiente de Hall del material,
- t es el espesor de la placa sensora en metros (m).



En la aplicación práctica, un imán permanente de tierras raras (neodimio) se fija solidariamente al eje móvil 92 de la masa del molino, mientras que el sensor de estado sólido Hall permanece estático dentro de una carcasa blindada. A medida que la masa se desplaza de 0 a 50 mm, la densidad de flujo magnético (B) que intercepta la placa sensora varía de forma proporcional. El circuito electrónico interno del TDR300D linealiza esta variación de voltaje V_H y la acondiciona. Al no existir contacto mecánico entre el elemento móvil y el sensor electrónico, la vida útil del transductor es teóricamente infinita y resulta inmune a las vibraciones que destruían los potenciómetros analógicos.

Sistema de Medición de Nivel por Conductividad Eléctrica (LCS-500)

Para el control de nivel en los tajines de transferencia se implementó el controlador conductivo LCS-500 de la marca Eletrosert. El principio de operación se fundamenta en la conductividad óhmica inherente de fluidos con alto contenido de agua e iones libres, como el bagazo húmedo impregnado de guarapo.

El sistema consta de una serie de varillas o electrodos de acero inoxidable 316 suspendidos verticalmente a alturas predeterminadas dentro del tajín.

Las bases de fijación de estos electrodos se aíslan eléctricamente entre sí utilizando bloques de acrílico virgen de alta resistencia dieléctrica. Una señal de corriente alterna (CA) de baja tensión y baja frecuencia (típicamente 24 V CA a 60 Hz) es inyectada permanentemente al electrodo de referencia o masa común. La utilización de corriente alterna es fundamental en el diseño electrónico de estos sistemas para evitar fenómenos de electrólisis y polarización iónica en los electrodos, los cuales degradarían el metal y falsearían la lectura óhmica si se empleara corriente continua (CC) (Pallas Areny, 2000).

Cuando el colchón de bagazo asciende e intercala el espacio físico entre el electrodo de nivel específico y el electrodo de masa, se establece un camino de conducción eléctrica cerrado. La resistencia del medio (R_m) cae drásticamente por debajo del umbral crítico programado en el amplificador operacional comparador del LCS-500:

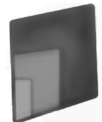
$$R_m = \rho \cdot \frac{L}{A} < R_{\text{umbral}}$$

Donde ρ es la resistividad eléctrica del medio orgánico. Al detectarse el cruce por cero de la corriente de control, el módulo electrónico activa una salida discreta (relé de estado sólido) para informar al PLC la presencia física del material a esa altura geométrica.

Análisis del Lazo de Corriente Analógico de 4-20 mA

La transmisión de señales analógicas desde los transmisores WIKA S-20 y TDR300D distribuidos en el campo hacia el cuarto de control eléctrico representa un desafío crítico de ingeniería electrónica de comunicaciones.

Las señales basadas en voltajes analógicos convencionales (como 0-5 V o 0-10 V) son propensas a errores severos de precisión debido a dos factores físicos inevitables en entornos industriales: la atenuación óhmica por distancia y el acoplamiento por ruido electromagnético.



Para solventar estas limitaciones, se utilizó la técnica de transmisión por lazo de corriente analógico de 4-20 **93** mA con configuración de dos hilos. La justificación analítica de este estándar se sustenta en las leyes de nodos y mallas de Kirchhoff.

En un circuito serie cerrado, la intensidad de corriente (I) es exactamente idéntica en cualquier punto del lazo, independientemente de la longitud total del conductor conductor y de las resistencias de contacto de los bloques de terminales (Los fundamentos de los lazos de corriente de 4-20 mA, s. f.).

Considérese el modelo matemático del lazo de instrumentación:

$$V_{\text{fuente}} = V_{\text{transmisor}} + I \cdot (2 \cdot R_{\text{cable}}) + I \cdot R_{\text{carga}}$$

Donde:

- V_{fuente} es la fuente de alimentación de corriente continua (24 V CC),
- $V_{\text{transmisor}}$ es la caída de tensión mínima requerida por la electrónica interna del transmisor para operar (típicamente entre 7 V y 10 V),
- R_{cable} es la resistencia óhmica por unidad de longitud del cable de cobre trenzado,
- R_{carga} es la resistencia de entrada del canal analógico del PLC (típicamente una resistencia de precisión de 250 Ω).

Si el canal analógico del PLC posee una resistencia $R_{\text{carga}} = 250$ ohms el voltaje de entrada en el convertidor analógico-digital (ADC) variará linealmente de la siguiente manera:

$$\text{Para } I = 4 \text{ mA} \implies V_{\text{ADC}} = 0.004 \text{ A} \times 250 \Omega = 1.0 \text{ V}$$

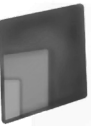
$$\text{Para } I = 20 \text{ mA} \implies V_{\text{ADC}} = 0.020 \text{ A} \times 250 \Omega = 5.0 \text{ V}$$

Esta configuración matemática implementa lo que en instrumentación se denomina “cero vivo” o cero desplazado (Altamirano, s. f.). Si un cable de señal se rompe o se desconecta debido a la severa vibración del molino, la corriente del lazo caerá de manera absoluta a 0 mA.

El microcontrolador del PLC detectará instantáneamente que el valor de corriente se encuentra por debajo de la barrera de seguridad de los 4 mA, interpretándolo no como una lectura de presión cero, sino como una falla física de hardware o lazo abierto, activando inmediatamente las alarmas de seguridad y los protocolos de mitigación de riesgos. Si la escala iniciara en 0 mA, sería físicamente imposible para el sistema de control discernir entre una lectura de presión nula y una ruptura total del cable de señal.

Metodología de Ingeniería e Instalación Física

El despliegue de las soluciones de instrumentación electrónica dentro del Ingenio “Adolfo López Mateos” requirió de una planeación rigurosa estructurada en fases secuenciales. Estas actividades se ejecutaron durante el periodo de “reparación” o paro estacional de zafra, intervalo de tiempo limitado donde la maquinaria pesada se detiene por completo para permitir intervenciones estructurales profunda.



Ingeniería de Canalización y Blindaje Electromagnético

Para canalizar los cables de señal analógica blindados desde la bodega del molino hasta el cuarto eléctrico de control central, se diseñó una infraestructura de protección que cumple dos funciones críticas: soporte estructural mecánico y apantallamiento magnético.

En los tiros principales elevados, que abarcan distancias de hasta 85 metros cruzando naves industriales densamente pobladas por líneas de potencia, se instaló un sistema de charola tipo malla electrosoldada de la marca CHAROFIL. La utilización de CHAROFIL proporciona una óptima disipación del calor acumulado en las líneas de control debido a las altas temperaturas ambientales del ingenio y evita la retención de agua por condensación o jugos derramados de forma accidental (Canalización eléctrica a través de CHAROFIL, s. f.).

Para las bajadas críticas y aproximaciones finales hacia cada uno de los 12 transductores de presión WIKA S-20 montados directamente sobre los pistones hidráulicos de las masas, se utilizó tubería Conduit de acero galvanizado de pared gruesa con un diámetro nominal de 1 pulgada. El acero galvanizado actúa como un blindaje de alta permeabilidad magnética que implementa los principios de una jaula de Faraday (Redacción, 2023).

Este blindaje atenúa las ondas electromagnéticas radiadas por los variadores de frecuencia de media tensión y los grandes motores eléctricos adyacentes de más de 1,500 HP, los cuales operan en las inmediaciones del tándem de molinos y generan armónicos que degradarían severamente cualquier señal analógica desprotegida.

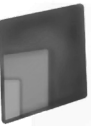
Los dobleces de la tubería Conduit se realizaron en frío utilizando dobladoras hidráulicas de precisión para conformar configuraciones geométricas complejas conocidas como bayonetas y desviaciones a 90 grados, optimizando el espacio físico y respetando el radio de curvatura mínimo establecido por las normas de cableado para evitar microfisuras en el cobre.

Para los tramos terminales acoplados a los sensores montados en componentes con vibración oscilante continua, se implementó tubería flexible plástica tipo liquidtight revestida con alma de acero helicoidal. Esta tubería garantiza un sellado IP67 absoluto frente al lavado periódico con agua a presión caliente y desinfectantes industriales.

Montaje de Gabinetes, Peinado y Conexión de Conductores

Se diseñaron y fabricaron soportes mecánicos con perfiles de acero estructural ASTM A36 soldables para alojar los gabinetes locales de control de nivel y presión. Los gabinetes NEMA 4X de acero inoxidable fueron fijados a las estructuras principales mediante pernos de alta resistencia, interponiendo amortiguadores elastoméricos (silentblocks) de poliuretano de alta densidad para aislar la electrónica interna de las vibraciones mecánicas armónicas destructivas generadas por el paso de la caña a través de los rodillos.

El cableado de instrumentación seleccionado consiste en pares trenzados de calibre 18 AWG con conductores de cobre estañado, aislamiento de PVC individual y una pantalla colectiva de lámina de aluminio-mylar con un conductor de drenaje de cobre desnudo. El trenzado de los cables induce una cancelación mutua de los campos electromagnéticos acoplados por diafonía (crosstalk). En el interior de los gabinetes, los cables fueron peinados meticulosamente utilizando canales ranurados de PVC y cinchos plásticos de sujeción para mantener un orden estricto.



Las conexiones eléctricas se realizaron sobre clemas de conexión por resorte (tecnología cage clamp de WAGO), las cuales eliminan la necesidad de apriete por tornillo y garantizan una presión de contacto constante en el tiempo, inmune a las vibraciones cíclicas que aflojan las conexiones atornilladas convencionales. El blindaje de aluminio y el cable de drenaje se conectaron a tierra de manera centralizada exclusivamente en el extremo del cuarto eléctrico de control, conectándose a una barra de tierra física aislada dedicada a señales electrónicas limpias.

Conectarlo en un solo extremo es una regla crítica de diseño electrónico para evitar la creación de lazos de tierra (ground loops), los cuales se originan debido a diferencias de potencial galvánico entre distintos puntos de la planta y provocan corrientes espurias que distorsionan las señales analógicas (Aula, 2023).

RESULTADOS, DISCUSIÓN TÉCNICA E INTEGRACIÓN SCADA

La conclusión exitosa de las fases de instalación y cableado dio paso a las pruebas de comisionamiento, inyección de lazo y calibración algorítmica del sistema informático de visualización SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition).

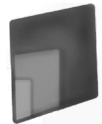
Antes de la puesta en marcha de esta infraestructura, el control operativo de la molienda se realizaba a "ciegas" o mediante estimaciones cualitativas. Los técnicos evaluaban la presión hidráulica observando manómetros mecánicos de aguja montados localmente sobre el cuerpo del molino. Estos instrumentos sufrían daños internos de forma constante por los golpes de ariete del aceite hidráulico y la vibración ambiental, descalibrando los resortes internos de Bourdon y arrojando errores de medición superiores al 15%.

El nivel de bagazo en los tajines era monitoreado de forma puramente visual por operarios apostados en andamios elevados, comunicándose mediante señales manuales o radios de dos vías con el operador de las compuertas de alimentación.

La digitalización completa del tándem mediante la electrónica implementada modificó por completo el paradigma operativo del ingenio. Los transductores de presión piezo-resistivos WIKA S-20 transmiten lecturas continuas con una precisión medida en laboratorio de campo de 0.20% del fondo de escala.

El microprocesador del PLC Siemens S7-1200 ejecuta un bloque de escalamiento lineal numérico que transforma la señal digitalizada de 10 bits (\$0 - 27648\$ unidades discretas del ADC) en variables de ingeniería reales expresadas en bares o libras por pulgada cuadrada.

El bucle de control PID programado en el PLC toma la señal de posición por efecto Hall de la masa superior y la contrasta analíticamente contra la lectura de presión hidráulica del cojinete. Si el volumen de colchón de bagazo entrante aumenta, la masa experimenta un desplazamiento vertical positivo; el PLC detecta este movimiento milisegundamente a través del TDR300D y ordena de inmediato a las servoválvulas hidráulicas proporcionales ajustar la presión para mantener una fuerza constante de compactación sobre la caña, maximizando la extracción de sacarosa sin rebasar los límites de fatiga mecánica del acero de los ejes de las masas.



Simultáneamente, las señales discretas de conductividad provenientes del controlador LCS-500 en los tajines 3 y 6 eliminaron las fallas por falsos positivos que inhabilitaban a los antiguos sensores capacitivos. Las placas de acrílico perforadas diseñadas para soportar los electrodos actúan como un filtro mecánico autolimpiante: el flujo descendente del bagazo limpia por fricción física la superficie conductora de los electrodos de acero inoxidable, previniendo la acumulación de costras orgánicas desecadas. Las pruebas operativas continuas durante un bloque de molienda de 72 horas demostraron una confiabilidad del 100% en la detección de niveles máximos y mínimos críticos.

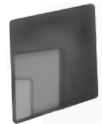
La información consolidada en el PLC es enviada vía protocolo de comunicación industrial PROFINET hacia el software SCADA de la sala de control central. Los operadores visualizan en pantallas de alta definición gráficas de tendencia histórica en tiempo real, alarmas predictivas de atasco y estados de salud del lazo de instrumentación.

Los datos duros confirman que la optimización del flujo volumétrico de bagazo estabilizó el suministro de biomasa hacia los transportadores helicoidales de las calderas de alta presión. Esto redujo las fluctuaciones de temperatura interna de los hogares de combustión en un 18%, permitiendo que el vapor generado mantuviera una presión constante de 600 PSI, condición indispensable para que los turbogeneradores eléctricos operaran de forma síncrona y continua, inyectando energía limpia y estable tanto a la red interna del ingenio como al sistema interconectado nacional de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FUTURAS

La ejecución y análisis científico de este proyecto de reingeniería en instrumentación electrónica aplicada al Ingenio “Adolfo López Mateos” permite derivar las siguientes conclusiones técnico-científicas fundamentales:

1. La sustitución radical de transductores capacitivos por sistemas conductivos discretos CA inmunes a la polarización iónica erradicó en su totalidad las fallas de falsos positivos causadas por la adherencia de fluidos corrosivos y ácidos en el área de tajines, demostrando que la selección del principio físico del sensor debe alinearse estrictamente con las propiedades químicas del medio a evaluar.
2. El uso del estándar industrial analógico de lazo de corriente de 4-20 mA, en estricta combinación con infraestructuras de canalización blindadas de acero galvanizado (Conduit) y sistemas de soporte abiertos de disipación térmica (CHAROFIL), garantizó la integridad analítica de los datos de presión y posición lineal, logrando una inmunidad absoluta frente al ruido electromagnético industrial de alta frecuencia inducido por los variadores de frecuencia y motores de gran potencia del batea.
3. La implementación de sensores de efecto Hall sin contacto para la medición de posición lineal linealizada resolvió de manera definitiva el problema de fatiga de material y fractura mecánica por vibración armónica continua que destruía los antiguos potenciómetros resistivos de contacto deslizante, reduciendo los costos de mantenimiento correctivo e inventario en un 85% durante la temporada operativa.

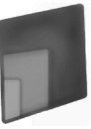


4. Desde la perspectiva macroscópica de la automatización de procesos, la integración de estas variables analógicas y digitales en un Controlador Lógico Programable enlazado a un sistema de supervisión SCADA transformó un proceso de molienda tradicionalmente empírico en un sistema inteligente de Industria 4.0. Esta transformación estabilizó la entrega volumétrica de la biomasa orgánica (bagazo), optimizando la eficiencia de combustión en calderas de cogeneración de energía eléctrica limpia, lo que impacta directamente de forma positiva en los balances económicos de Grupo PIASA y reduce significativamente la huella de carbono industrial de la planta.

Como recomendaciones para investigaciones y desarrollos futuros dentro del campo de la instrumentación agroindustrial, se plantea evaluar la viabilidad técnica de integrar transductores de presión y nivel inteligentes dotados de protocolos de comunicación digitales embebidos avanzados, tales como HART (Highway Addressable Remote Transducer) o Profibus-PA. Estos protocolos superpuestos sobre el lazo analógico convencional de 4-20 mA permitirían extraer datos diagnósticos adicionales del instrumento en tiempo real (tales como la temperatura del chip de silicio del sensor, horas de operación acumuladas e índices de degradación piezo-resistiva), transitando de un esquema de mantenimiento preventivo calendarizado hacia una estrategia de mantenimiento predictivo automatizado basada en la condición real del hardware electrónico.

REFERENCIAS

- Altamirano, S. (s. f.). Transmisores y tipos de señales de salida en la automatización contemporánea. Suiler Altamirano Blog de Automatización e Instrumentación. <https://blog.suileraltamirano.com/transmisores-y-tipos-de-senales-de-salida/>
- Alvarez Trujillo, J. A. (2024). Informe técnico de residencia profesional: Instalación de sensores de nivel y presión en sistemas de masas y tajines en el Ingenio Adolfo López Mateos. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tuxtepec.
- Aula, V. M. (2023). Instrumentación industrial y sistemas de control distribuido. Editorial Universitaria.
- Canalización eléctrica a través de CHAROFIL de alta resistencia. (s. f.). Risoul Blog Técnico de Soluciones Industriales. <https://www.risoul.com.mx/blog/canalizacion-electrica-a>
- Cooper, W. D. (1991). Instrumentación electrónica moderna y técnicas de medición (3.ª ed.). Prentice Hall Hispanoamericana.
- Grupo PIASA. (s. f.). Proceso de elaboración de azúcar refinada de exportación. Corporativo de Control Agroindustrial. [enlace sospechoso eliminado]



- Los fundamentos de los lazos de corriente de 4-20 mA en la industria pesada. **98**
(s. f.). Precision Digital (Predig Engineering Whitepapers). <https://www.predig.com/whitepaper/de-regreso-lo-basico-los-fundamentos-de-los-lazos-de-corriente-de-4-20-ma>
- Noguera, I. B., & Noguera, I. B. (2021, 9 de diciembre). ¿Qué es un lazo de control analógico y cuáles son sus componentes fundamentales? Ingeniería Química Reviews. <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/2021/09/lazo-de-control.html>
- Pallas Areny, R. (2000). Sensores y acondicionadores de señal: Análisis analógico de variables (3.ª ed.). Ediciones Alfaomega-Marcombo.
- Redacción Técnica de Ingeniería. (2023, 23 de febrero). Tubo conduit de acero galvanizado por inmersión: descripción, tipos, normativas y usos comerciales. EEGSA Blog de Infraestructura Eléctrica. <https://eegsa.com.mx/blog/tipos-tubo-conduit/>
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). La producción de azúcar, la molienda de caña y la bioenergía sustentable en el ingenio mexicano moderno. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-produccion-de-azucar-comienza-en-el-ingenio>



COMPORTAMIENTOS DISRUPTIVOS Y SU IMPACTO EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO

99

José Efraín Ferrer Cruz
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx

Dionisio Bravo Hernández
Universidad del Centro de Veracruz
jhonybraher1995@gmail.com

Meztli Valeriano Orozco
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
meztli.vo@tuxtepec.tecnm.mx

Anahin Arau Fabián
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
anahin.af@tuxtepec.tecnm.mx

Elany Patricia Ferrer Cuenca
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
l25350057@tuxtepec.tecnm.mx

Fecha de recepción: 26/03/2026

Fecha de aprobación: 18/04/2026

RESUMEN

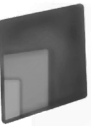
En el presente trabajo se abordará sobre la conducta disruptiva y su impacto en el aprendizaje. El objetivo de este artículo de investigación es detectar los factores que implican a la inducción del comportamiento disruptivo, para así poder tratarlos a través de estrategias emergentes. Para afrontar esta problemática fue necesario observar la interacción del profesor y los estudiantes. Dentro de esta investigación se sustenta bajo un enfoque mixto con un nivel explicativo secuencial y fundamentado con el paradigma pragmático. Donde los resultados revelan las conductas disruptivas, como se sabe la mala conducta es un factor que limita a los estudiantes en su rendimiento académico. Esto también puede ser contaminado por un grupo en particular, desde la perspectiva emocional, ya sea por la falta de atención de parte de los padres de familia o que no cuenten con la figura de la paternidad por ciertas razones. Las causas en un primer lugar es el entorno familiar, donde los estudiantes se forman con una cultura diferente o por la falta de una buena crianza de ambos progenitores, inclusive el abandono desde pequeño y estos viven con tíos, abuelos, etc. Esto hace que le afecte emocionalmente y sea una limitante para el aprendizaje. Sabemos que existen diferentes tipos de conductas disruptivas, las cuales comúnmente conocemos como el desafío hacia la autoridad del docente, las interrupciones en clases, agresividad social o física, manipulación o engaño, etc.

Palabras Claves: Comportamiento, Disruptivo, Rendimiento, Académico

ABSTRACT

This paper will address disruptive behavior and its impact on learning. The objective of this research article is to identify the factors that contribute to the induction of disruptive behavior, in order to address them through emerging strategies. To address this problem, it was necessary to observe the interaction between teachers and students. This research is based on a mixed-methods approach with a sequential explanatory level and grounded in the pragmatic paradigm. The results reveal that disruptive behaviors, as is known, are a factor that limits students' academic performance. This can also be influenced by a particular group, from an emotional perspective, whether due to a lack of attention from parents or the absence of a father figure for various reasons. The primary causes are the family environment, where students are raised within a different culture or due to inadequate parenting from both parents, including early abandonment, and they live with aunts, uncles, grandparents, etc. This affects them emotionally and limits their learning. We know that there are different types of disruptive behaviors, which we commonly know as defiance of the teacher's authority, interruptions in class, social or physical aggression, manipulation or deception, etc.

Keywords: Behavior, Disruptive, Performance, Academic



INTRODUCCIÓN

La esencia de este artículo que enmarca la investigación sobre las conductas disruptivas. A nivel nacional existen escuelas de CONAFE de nivel secundaria comunitaria con diferentes modalidades que en su mayoría se sitúan a comunidades rurales y marginados. Las cuales son atendidas por un grupo de jóvenes que han logrado culminar su nivel medio superior o nivel superior. Derivado a ello se han enfrentado situaciones de problemas de conductas disruptivas y que carecen de estrategias para atender dichas necesidades.

De acuerdo a los datos por la (fundación UNAM, 2019) según "Silvia Morales Chainé, académica de la Facultad de Psicología de la UNAM destacó que, en México, 20 por ciento de los niños en edad escolar (dos a 12 años) están en riesgo de padecer problemas severos de conducta".

Es esencial comprender y analizar las conductas disruptivas para promover entornos saludables y funcionales en diversos contextos. El análisis de las causas y la implementación de estrategias efectivas son fundamentales para fomentar relaciones positivas y resolver conflictos, contribuyendo así al bienestar general de los estudiantes. (LATAM, 2024).

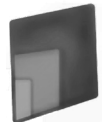
Esta investigación se centra en alumnos de nivel multigrado de la escuela secundaria comunitaria, modalidad indígena, "Niños Héroes" (clave 20KSC0055S) En Cerro Verde, San Felipe Usila, Oaxaca, con un periodo de enero 2026 a junio 2026. Los síntomas observados en la escuela secundaria incluyen infracciones menores desde levantarse sin permiso hasta agresión verbal y físico. Las causas enumeradas son variadas (problemas familiares, uso de las tecnologías, abandono por los padres de familia, la falta de estrategias efectivas en el manejo de grupo y problemas emocionales).

Se define la conducta disruptiva como un comportamiento que obstaculiza e impide el proceso de aprendizaje. Cabe mencionar que según (Plazarte & Jama Zambrano, 2022) fundamentado por Martínez & Valiente (2020) las conductas disruptivas son "comportamientos que entorpecen el correcto funcionamiento del aula. Se consideran como tales, la violación de las normas, la alteración en el trabajo escolar, la oposición a la autoridad docente, las agresiones verbales o físicas a otros compañeros".

Esto se esclarece a definir, qué es una conducta, la cual es un conjunto de acciones que realiza el sujeto que en su momento reaccionan de acuerdo a sus sentimientos. También cabe destacar los factores internos y externos, es decir el interno es derivado al proceso biológico y psicológico, mientras el externo incluye el físico y la parte social. Las conductas disruptivas, son aquellas que desafían las normas y dificultan el aprendizaje del sujeto, no solo dificultan sino también distorsionan la relación individual y como consecuencias afectan el resto del grupo.

Por otro lado, es importante comprender que no existen modelos fijos para la "crianza" estos se dan de acuerdo al contexto familiar y social. Por lo cual se busca afrontar el problema de conductas disruptivas y su impacto en el aprendizaje. Debido al rendimiento académico y la falta de estrategias académicas en su trato.

Según (LATAM) argumentado por la Teoría del Apego. Según la teoría del apego de John Bowlby, las relaciones tempranas entre un niño y sus cuidadores tienen un impacto en su desarrollo emocional y social. Los estudiantes que tienen vínculos inseguros o inestables con sus cuidadores pueden mostrar comportamiento disruptivo como una forma de expresar sus necesidades emocionales no satisfechas.



De acuerdo a la situación se busca comprender y analizar estrategias para la aplicación en las escuelas de **101** secundaria comunitaria de nivel multigrado, donde se carece de información y materiales por la falta de recurso. Derivado a ello se da a entender que la crianza es un factor muy importante, ya que las conductas se forman en una familia y es por ello que se van desarrollando durante el proceso de crecimiento. En el marco del contexto educativo de las conductas disruptivas y su impacto en el aprendizaje.

La investigación se caracteriza de las siguientes preguntas a resolver:

- ¿Cuáles son los comportamientos inadecuados en los estudiantes?
- ¿Qué estrategias efectivas se pueden implementar para abordarlas?
- ¿Qué características presentan los alumnos con estas conductas?
- ¿Cómo afecta el comportamiento en el ambiente escolar?
- ¿Cómo detectar las conductas disruptivas?

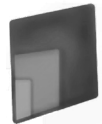
De acuerdo a las preguntas planteadas, son parte fundamental para el análisis crítico, en la recolección de datos en este planteamiento de problema. La investigación presenta relevancia educativa debido a los comportamientos disruptivos de los alumnos de cerro verde, la cual se analiza con estudio a profundidad debido a la agresividad y los rasgos de personalidad. Estos podrían ser datos importantes para poder mejorar en las investigaciones a futuras, en apoyo a las autoridades educativas, docentes y alumnados en general. Ya que el presente estudio presentará información confiable y válida, con el objetivo principal de sintetizar la presencia de comportamientos disruptivos en los adolescentes, para el mejoramiento en sus aprendizajes académicos. Para ello es importante aplicar estrategias emergentes que ayuden a combatir los comportamientos disruptivos.

También organizar talleres sobre las emociones efectivas con la finalidad de identificar las conductas de los padres de familia y poder comparar si es un problema generado en el hogar o que el alumnado presente problemas severos.

En el ámbito educativo, las conductas disruptivas es una limitante que interfiere en la educación de los estudiantes y necesita estudiarlo cuidadosamente. Según los datos en Ecuador interpretados por los autores Basurto Solórzano, Enrique Caro, & Castro Bermúdez "El Instituto Ecuatoriano de Estadísticas y Censos (INEC) en el 2012 reveló que el 90% de las mujeres ha sufrido violencia y no se ha separado de sus parejas" (Ciencia y Reflexión , 2019, pág. 130).

Primeramente, se debe de comprender la raíz desde donde surgen la problemática, para poder atenderlos y darle una posible solución. La neurociencia ha estudiado al ser humano y desde que un individuo nace y durante su desarrollo, aprende y absorbe las enseñanzas de sus progenitores o del entorno que lo rodea, es por ello que cuando surgen problemas intrafamiliares y esto se convierten en violencia, los niños lo reflejan. "Según Montessori, esto es así porque la principal característica de los niños es que, a diferencia de los adultos, pueden absorber de manera natural, involuntaria y progresiva la información que les rodea" (Guzmán Martínez, 2018).

Considerando que tratar o enfrentarse esta problemática consta de poder canalizar a los estudiantes para poder partir y como lo mencionaba Montessori que los niños absorben desde pequeños y para ellos todo es bueno. Los malos actos de los padres llevan a una consecuencia en donde los hijos lo van desarrollando conforme van creciendo. Es por ello que es necesario aplicar diferentes test sobre las conductas.



En Latinoamérica, la Unesco (2019) identificó una problemática similar en cuanto a la agresión que producen los adolescentes hacia otros estudiantes, donde identificaron que el 30% de adolescentes registraron niveles de agresividad en sus relaciones sociales, de tal manera que las edades comprendidas entre los 13 a 15 años fueron los que experimentaron mayor evidencia de acciones agresivas con los demás y con los propios materiales de la institución (Caballero Correa, 2020, pág. 13).

Es así que en nuestro país los temas de salud mental están incrementando en su mayoría (Ministerio de Salud, 2017), dándole mayor importancia a los niños, jóvenes y adultos mayores, teniendo como referencia que en el Perú el 38% de la población joven, ya sea, niños y adolescentes padecen de problemas, dentro de los cuales el 20% de esta población presenta dificultad para adaptarse a las normas, siendo así que 1 de cada 8 jóvenes asisten para una ayuda de este problema. (Bach. Díaz Tello, 2018, pág. 9)

La agresividad en los adolescentes es una problemática a nivel internacional que aqueja a numerosas cantidades de estudiantes y que dificulta el desarrollo de un buen aprendizaje educativo. Por otra parte, es importante reconocer por las carencias de estrategias, la escasez de recursos didácticos y quizás la falta de adaptación curricular. Todos estos factores es importante analizarlo y es preciso en esta investigación.

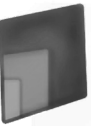
Tal como señala la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco, 2019) alrededor de tres de cada 10 estudiantes del nivel secundario han experimentado algún tipo de violencia y comportamientos agresivos hacia sus compañeros, lo cual perjudica en su aprendizaje puesto a que como señala la misma institución no se puede implementar un desarrollo favorable para los estudios si en el entorno educativo no se erradica las expresiones violentas (Caballero Correa, 2020, pág. 13).

Con referente a la ciudad de Monterrey, México se recuerda lo acontecido en donde un alumno le dispara a su maestra y posteriormente él se suicida, estas tragedias han ocurrido en muchas de las veces en México y todo tiene una causa como una consecuencia. "Para que un niño cometa una conducta antisocial de ese grado debió existir antecedentes de un niño disruptivo, pequeñas manifestaciones en la conducta que nos indicara que podría llegar a ese nivel de violencia" (CORTES, 2023).

De acuerdo con el documento denominado "Los efectos del abandono escolar en los jóvenes de Nuevo León", mismo que se dio a conocer en el XVI Congreso Mundial de Ciencias de la Educación, una importante cantidad de jóvenes que abandonaron la escuela en esa entidad, reportó, entre las principales causas de abandono: precaria situación económica de sus familias, desmotivación académica, reprobación frecuente e indiferencia por aprender (Subsecretaría de prevención y participación ciudadana, 2011, pág. 10).

Es importante discernir cada información, porque las conductas pueden ser variados y se requiere analizarlos desde como surgen. Existen muchos factores que impiden disminuir estas conductas hoy en día. Actualmente en la sociedad que vivimos en este país, se caracteriza como un lugar lleno de violencias y jóvenes adolescentes que se encuentran enlazados con el tema del narcotraficante. Con mucha certeza se puede decir que en la actualidad los hijos son los que ponen el orden en los hogares a comparación de hace unos años. Es lamentable decir que hoy en día se ha perdido el respeto hacia los docentes y precisamente estas conductas surgen por la falta de valores.

En el país, entre 2005 y 2007, un total de 12 351 adolescentes 28 fueron puestos a disposición de las autoridades por cometer diversas infracciones, entre las que el robo representó el 77.48%, las lesiones



el 6.04% y contra la salud el 3.01%. La relación entre hombres y mujeres fue de 9 a 1, mientras que, de acuerdo a la edad, los adolescentes de 15 años representaron un 16.32%, los de 16 años el 26.37% y los de 17 el 42.14%, lo que permite identificar a los hombres, entre 15 y 17 años, como el grupo de mayor riesgo. (Subsecretaria de prevención y participación ciudadana, 2011, pág. 20).

Estos datos nos llevan a una realidad de nuestro país, como en lo particular de una comunidad por más marginada que es. Por lo cual se realiza el cuestionamiento sobre los alumnos que provienen de una familia con estilos de crianza permisivos, donde presentan con más frecuencia las conductas disruptivas y estos aumentan la falta de estrategias en el aula.

METODOLOGÍA

En el presente trabajo de investigación se utilizó un enfoque mixto (cualitativo y cuantitativo) de tipo explicativo secuencial. En este artículo de investigación se desarrolló en dos etapas: una fase cuantitativa, y una fase cualitativa para describir lo observado en los estudiantes. Para ello se sustenta bajo el paradigma pragmático ya que la conducta disruptiva es multidimensional y se determinara con diferentes herramientas.

Según Dewey (1903) afirma que el conocimiento de la idoneidad de los fines requiere buscar dentro de cada uno, dado que el fin no es algo externo al sujeto que conoce. (Ruiz, 2024, pág. 131).

De acuerdo a lo fundamentado rescatamos que para poder aplicar algún tipo de instrumentos o una práctica de observación es necesario conocer al individuo sin antes argumentar lo externo para justificar.

Fase I: cuantitativa

Se aplicaron instrumentos de observación a los alumnos de cerro verde, San Felipe Usila con la cantidad de 15 alumnos multigrados. Para poder detectar quienes presentaron las conductas disruptivas.

Fase II: cualitativa

Cabe mencionar que se explicará el proceso, considerando mejorar en las conductas de los alumnos dejando en claro que una conducta varia desde el contexto familiar y a sus alrededores. Partiendo también desde el tipo de educación brindado al alumno tomando en cuenta las emociones y con quienes habitan eventualmente.

En primer lugar, el entorno familiar del estudiante se constituye como un factor primordial. Discusiones familiares, falta de apoyo o negligencia en el hogar pueden tener un impacto directo en el alumno disruptivo. (Universidad Europea, 2024)

Es por ello que la parte cualitativa se detallaran los procesos con la finalidad de apoyar al bienestar del alumno.



RESULTADOS

- Resultados cuantitativos: un 48% de los alumnos presentan conductas disruptivas de tipo verbal, la cual nos concierne en poder trabajar de manera personalizada con los estudiantes para mejorar la conducta de cada uno.

En relación a los resultados obtenidos se detallarán a continuación en las siguientes tablas para poder fortalecer y cumplir con el objetivo dando respuesta a la hipótesis. Tabla 1 y 2.

Tabla 1. Hablar mientras el docente explica.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	7	48.4%	48%	48%
	NO	8	51.6%	52%	100%
Total		15	100%	100%	

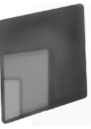
Notas: elaboración propia Dionisio Bravo Hernández.

Tabla 2. Levantarse sin pedir permiso al docente.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	SI	6	42.4%	42%	42%
	NO	9	57.6%	58%	100%
Total		15	100%	100%	

Notas: elaboración propia Dionisio Bravo Hernández.

- Resultados cualitativos: este hallazgo cualitativo clarifica sobre los resultados de la Fase I la cual se fortalece al vínculo pedagógico y no considerando la aplicación de reglamentos. Tras este análisis a profundidad se emerge el “Reconocimiento Emocional”. De acuerdo a los resultados de la tabla 1 y 2, nos indican un porcentaje de acuerdo al comportamiento de los alumnos y la cantidad de ellos. En donde se observa casi un 50% de los alumnos actúan con esos síntomas, en un primer momento donde los alumnos están en diálogos constantes mientras el docente explica y la otra donde no solicitan permisos para levantarse o salir al sanitario.



DISCUSIÓN

Por consiguiente, se determina que las conductas disruptivas ejercen una influencia negativa en el proceso de aprendizaje de los alumnos, de acuerdo a lo detectado los resultados fueron claros y concisos al determinar las interrupciones verbales. De acuerdo a la teoría del apego de John Bowlby destaca por ser la más acertada en mencionar sobre la manera correcta de criar a un bebé.

(Mateo, 2009) fundamentado por John Bowlby. Un rasgo de la conducta de apego de enorme importancia clínica, prescindiendo de la edad del individuo, es la intensidad de la emoción que la acompaña, dependiendo el tipo de emoción originada de cómo se desarrolle la relación entre el individuo apegado y la figura del apego (pág. 16).

Esta consideración aconseja la sana convivencia desde muy pequeños para evitar confrontaciones entre alumnos y profesor. Sabiendo de que hay alumnos que son rencorosos, donde se dejan guiar por sus sentimientos. Hablando a nivel secundaria los alumnos destacan estas conductas por consecuencias de sus progenitores, han sido temas con un alto índice en el país, reconociendo que en muchos casos los adolescentes les han quitado la vida a sus compañeros e inclusive a los profesores.

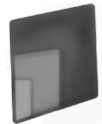
La conducta disruptiva no solo afecta a la población estudiantil, sino esto sigue conforme se va desarrollando el agresor y es por ello que se debe tratar a tiempo y diagnosticar el tipo de comportamiento ya que puede ser un trastorno.

Hay profesores que no manifiestan grandes dificultades al impartir clase, y otros que por el contrario de forma repetida y a veces constante se enfrentan a conflictos y episodios de falta de disciplina por parte de los alumnos. También ocurre que ciertos alumnos se comportan de forma inadecuada con ciertos profesores o en ciertas clases y no tanto en las otras. (Latorre & Teruel Romero, 2009, pág. 66).

Estos datos coinciden con la investigación presentada, por lo que a veces hay alumnos y docentes que se confrontan estos debido a muchos factores quizás por falta de preparación de parte del docente o su mala actuación de manera inoportuna. También en la contraparte al decir que los alumnos ya se formaron con esos tipos de ideologías.

Según la información proporcionada por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2021), las conductas disruptivas representan uno de los principales factores por los cuales niños y adolescentes buscan atención en áreas como psicología, neurología y psiquiatría. Estas conductas se destacan por infringir los derechos de los demás al quebrantar normas sociales y las establecidas por figuras de autoridad (León, et al, 2023, p95).

Es preciso mencionar que justamente las conductas disruptivas limitan el aprendizaje de los alumnos, es por ello que se mencionan poder tratarlos desde la raíz, se dice que, como es la conducta de los padres es el reflejo del niño, por ente los hijos desafían las reglas del profesor y llegan a la edad de nivel secundaria ni los padres pueden afrontarlos. Sin embargo es crucial que los docentes estén preparados en la implementación de las estrategias efectivas dentro de su jornada laboral, así mismo poder prevenir ante cualquier incidencias y fomentar la sana convivencia. Para ello un test es de suma importancia y detectar los estudiantes con síntomas disruptivos.



CONCLUSIÓN

Las conductas disruptivas son muy complejas e influyentes en las escuelas, la cual interfieren en el aprendizaje de los alumnos y en México se ha aumentado este tipo de comportamientos debido a la falta de atención, tiempo, cariño, etc, de parte de los padres de familia. Es preciso dedicar tiempo a los adolescentes, aconsejarlos, estudiar con ellos y primordialmente ser un buen ejemplo de vida. Para que el estudiante sea una persona de bien, caracterizandose como un ciudadano funcional y con responsabilidades eficaces. Hablar de estas conductas es concientizar a los padres de familia para poder darle un buen seguimiento, sin alterar la violencia o comportamientos desafiantes. Esto nos ayudaria aplicar talleres o la implementacion de estrategias para poder tratar los casos que se presentaron. Tambien plasmar ciertos acuerdos como fundamento de la parte que no altere el orden y asi mejorar en el aprendizaje del estudiante.

En muchas familias que se distorcionan por diferentes motivos, abandonan a sus hijos o inclusive otras que recurren en la violencia, desde ahí comienza la problemática, es por ello que los agresores replican estos malos actos sin medir consecuencias. La cual es necesario integrar a los tutores de cada estudiante que presente esta síntoma.

Como reflexión se añade la situación del país en donde existe mucha violencia, como consecuencia de las conductas disruptivas, a causa de no educar correctamente, haciendo esta análisis de hace aproximadamente unos 25 años atrás, no se escuchaba de esos temas a menudo, pero hoy en día los alumnos ya no respetan a los padres menos a los docentes. Con el hecho de que hoy en día la ley respalda a los estudiantes y no como en la vieja escuela donde el docente controlaba el aula de respeto, y hoy que es mas humanista es todo lo contrario.

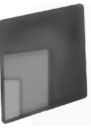
Parece que vamos retrocediendo hacia un rumbo contrario, pero es muy importante el diálogo genuino para apaciguar las conductas no eficientes para un buen aprendizaje y sobre todo para que sean buenos ciudadanos en la sociedad.

Para finalizar es importante buscar aliados en el sentido de apoyo recurriendo a las autoridades locales, un especialista, etc, con la finalidad de poder abordar y propiciarlo a un ambiente mas cálido. La presente investigación se caracteriza por diferentes fuentes de consulta con la finalidad de contribuir a una mejora en la educación de los estudiantes.

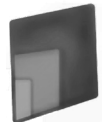
Este análisis crítico tiende a integrar información conforme al avance que se tiene.

REFERENCIAS

- Bach. Díaz Tello, D. F. (2018). Ciencia y Reflexión. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/4979/D%c3%adaz%20Tello%20Diego%20Francisco.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Basurto Solórzano, M., Enríquez Caro, L. C., & Castro Bermúdez, I. E. (17 de 11 de 2019). Ciencia y Reflexión . Obtenido de <https://revista.uniandes.edu.ec/ojs/index.php/mikarimin/article/view/1717/920>



- Caballero Correa, C. (Diciembre de 2020). Ciencia y Reflexion . Obtenido de <https://repositorio.autonoma.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13067/1533/Caballero%20Correa%2c%20Cristina.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CORTES, F. (08 de 06 de 2023). IEXE Universidad. Obtenido de <https://www.iexe.edu.mx/desarrollo-humano/los-ninos-disruptivos-el-futuro-de-mexico/>
- fundación UNAM. (26 de Agosto de 2019). Obtenido de <https://www.fundacionunam.org.mx/unam-al-dia/en-mexico-20-de-los-ninos-en-edad-escolar-en-riesgo-de-padecer-problemas-de-conducta/>
- Guzmán Martínez, G. (23 de Abril de 2018). Psicología y Mente. Obtenido de <https://psicologiaymente.com/desarrollo/mente-absorbente-del-nino-segun-montessori>
- Latorre, Á. L., & Teruel Romero, J. (Abril de 2009). INFORMACIO PSICOLOGICA. Obtenido de file:///C:/Users/dioni/Downloads/alicia,+170-577-1-CE.pdf
- León, V. J. (17 de Abril de 2023). Conductas disruptivas y su influencia en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de EGB de la Unidad Educativa. REVISTA LATINOAMERICANA DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES, 84-100. Obtenido de file:///C:/Users/dioni/Downloads/362_Le%C3%B3n+Villacr%C3%A9s_%20(7).pdf
- Mateo, E. (2009). John Bowlby una base segura. Obtenido de <https://holossanchezbodas.com/wp-content/uploads/2021/08/John-Bowlby-Una-base-segura.pdf>
- Plazarte, J. A., & Jama Zambrano, V. (29 de Julio de 2022). Dialnet. Obtenido de file:///C:/Users/dioni/Downloads/Dialnet-LaConductaDisruptivaEnElRendimientoAcademicoDeLaso-8635262.pdf
- revista latinoamericana de ciencias sociales(LATAM). (4 de Mayo de 2024). LATAM. Obtenido de Revista Latinoamericana de ciencias sociales: file:///C:/Users/dioni/Downloads/362_Le%C3%B3n+Villacr%C3%A9s_%20(3).pdf
- Ruiz, J. A. (24 de Enero de 2024). Dialnet. Obtenido de file:///C:/Users/dioni/Downloads/Dialnet-QueAportaJohnDeweyAcercaDelRolDelProfesorEnLaEduca-6486244.pdf
- Subsecretaria de prevención y participación ciudadana. (Junio de 2011). Universidad Veracruzana . Obtenido de <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2013/09/Embarazo-en-Adolescentes-del-Sureste-de-Mexico-2.pdf>
- Universidad Europea. (24 de Enero de 2024). conductas disruptivas en el aula. Obtenido de <https://universidadeuropea.com/blog/conductas-disruptivas/>



METODOLOGÍA DE DISEÑO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA PLANTA PILOTO INDUSTRIAL AUTOMATIZADA: INTEGRACIÓN DE SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN, CONTROL DISTRIBUIDOS Y ESTANDARIZACIÓN NORMATIVA ISA/ISO

Saúl Rosales Zendejas

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
saulrosales@hotmail.com

José Efraín Ferrer Cruz

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
jose.fc@tuxtepec.tecnm.mx

Agustín Ramírez Jiménez

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtepec
agustin.rj@tuxtepec.tecnm.mx

Fecha de recepción: 26/03/2026

Fecha de aprobación: 18/04/2026

RESUMEN

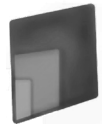
El presente artículo de investigación expone el marco metodológico integral para el codiseño, dimensionamiento y fundamentación analítica de una planta piloto automatizada orientada a la enseñanza, diagnóstico y optimización de bucles de control distribuidos para el laboratorio de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tuxtepec. La investigación aborda la caracterización electrodinámica e hidrodinámica de los lazos de control de las cuatro variables macroscópicas fundamentales de la industria de procesos: temperatura, flujo volumétrico, nivel y presión. Para la medición del caudal, se elucida el modelo matemático de un sistema de presión diferencial acoplado a un transductor con elemento primario de placa de orificio bajo los estándares de la norma ISO 5167. El lazo de nivel integra un sistema de presión hidrostática balanceado con compensación por tanque cerrado mediante rama seca. Las etapas de transporte físico y conectividad analógica fueron estructuradas bajo diagramas de tubería e instrumentación normalizados por la directiva internacional ISA-S5.1. Los resultados teóricos confirman que el correcto acoplamiento de impedancias, el diseño de ramales de derivación y el análisis de la banda muerta mediante posicionadores electroneumáticos minimizan la histéresis y maximizan la linealidad del sistema, sentando las bases operativas de la transición hacia arquitecturas de automatización inteligente dentro de la Industria 4.0.

Palabras clave: Planta, Instrumentación, Presión.

ABSTRACT

This research article presents the comprehensive methodological framework for the co-design, dimensioning, and analytical foundation of an automated pilot plant for teaching, diagnosing, and optimizing distributed control loops in the Electronic Engineering laboratory at the Technological Institute of Tuxtepec. The research addresses the electrodynamic and hydrodynamic characterization of the control loops for the four fundamental macroscopic variables in the process industry: temperature, volumetric flow rate, level, and pressure. For flow rate measurement, the mathematical model of a differential pressure system coupled to a transducer with an orifice plate primary element is elucidated, following the ISO 5167 standard. The level loop integrates a balanced hydrostatic pressure system with closed-tank compensation via a dry branch. The physical transport and analog connectivity stages were structured using piping and instrumentation diagrams standardized by the international standard ISA-S5.1. Theoretical results confirm that proper impedance matching, branch circuit design, and deadband analysis using electro-pneumatic positioners minimize hysteresis and maximize system linearity, laying the operational groundwork for the transition to intelligent automation architectures within Industry 4.0.

Keywords: Plant, Instrumentation, Pressure



INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN ACADÉMICO-INDUSTRIAL

En el panorama contemporáneo de la manufactura y la industria de procesos químicos, farmacéuticos, petroleros y agroalimentarios, la optimización termodinámica e hidrodinámica de los sistemas de producción descansa de manera absoluta sobre la robustez de la instrumentación electrónica. El diseño de lazos de control cerrados capaces de autorregular variables críticas sin intervención humana directa constituye la base de la competitividad y la eficiencia operativa. Sin embargo, la brecha técnica entre las formulaciones analíticas abstractas de la teoría de control clásico y el despliegue físico de hardware en entornos industriales reales representa un desafío formativo sustancial para las facultades de ingeniería electrónica (Ogata, 2010).

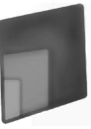
Frecuentemente, los ingenieros en formación se enfrentan a escenarios reales donde los ruidos electromagnéticos de alta frecuencia, las caídas de tensión por distancias kilométricas de cableado, la histéresis de las válvulas de control y los fenómenos de cavitación en turbomaquinarias invalidan los modelos teóricos lineales analizados en el aula de clases. Por esta razón, la conceptualización e implementación de plantas piloto dentro de los entornos universitarios emerge como una necesidad metodológica e institucional insustituible.

Una planta piloto no es simplemente una maqueta a escala reducida de una fábrica; es un ecosistema de hardware real, dimensionado bajo leyes de similitud física y geométrica, que reproduce con total fidelidad los comportamientos dinámicos, las no linealidades y las perturbaciones estocásticas de un entorno industrial macroscópico (Creus, 2011).

El presente proyecto, desarrollado en el Instituto Tecnológico de Tuxtepec, detalla la ingeniería básica y de detalle para el diseño e implementación de una planta piloto para un laboratorio de instrumentación y control de procesos (Unidad Académica de Ingeniería Electrónica). El objetivo fundamental radica en estructurar una plataforma modular multitarea donde se integren de forma cohesiva los elementos primarios de medición, acondicionadores de señal analógicos, controladores lógicos programables, actuadores finales de control y redes de comunicación industrial. El diseño contempla el análisis de cuatro lazos independientes pero interconectados: control de temperatura mediante termopares y transmisores electrónicos, control de flujo mediante placas de orificio calibradas, control de nivel mediante transmisores de presión diferencial hidrostática y control de presión neumática e hidráulica, todo estructurado bajo la rigurosa observación de las normativas internacionales de estandarización industrial ISA-S5.1 e ISO 5167 (Núñez Prisciliano et al., 2018).

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA E HIPÓTESIS DE INGENIERÍA

El laboratorio de instrumentación del Instituto Tecnológico de Tuxtepec requería una actualización tecnológica en sus plataformas de experimentación. Las prácticas tradicionales se limitaban a simulaciones por software o a kits de entrenamiento de baja escala con señales de voltaje acopladas a tarjetas de adquisición genéricas.



Estas configuraciones de laboratorio omitían variables críticas reales como la resistencia fluidica inherente a las redes de tuberías comerciales, la banda muerta provocada por la fricción de la empaquetadura en los vástagos de las válvulas industriales, los efectos térmicos transitorios de retardo de transporte en intercambiadores de calor y los ruidos e interferencias inducidos en las líneas de transmisión analógicas de corriente.

Para resolver este vacío didáctico y técnico, el equipo de diseño formuló la siguiente hipótesis de ingeniería: Es posible diseñar una planta piloto modular tridimensional acoplada a un tanque de almacenamiento y recirculación que simule de forma continua y simultánea los lazos de control de temperatura, flujo, nivel y presión, utilizando componentes de grado industrial estandarizados y documentados bajo la norma ISA-S5.1, garantizando que el error sistemático de medición instrumental sea inferior al uno por ciento mediante el correcto dimensionamiento del elemento primario de presión diferencial y el diseño mecánico de las redes de tuberías y estaciones de bombeo centrífugo.

El abordaje metodológico del problema exige segmentar el diseño en disciplinas de ingeniería perfectamente coordinadas: la ingeniería electrónica para el acondicionamiento de señales y lazos de corriente, la ingeniería mecánica y de fluidos para el dimensionamiento de tuberías, cavitación y pérdidas por fricción, y la ingeniería de control para la estandarización, sintonización de algoritmos y simbología industrial.

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LOS LAZOS DE CONTROL Y TRANSDUCTORES

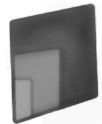
El diseño analítico de la planta piloto requiere modelar la física profunda de cada variable y el principio de funcionamiento de los transductores electrónicos seleccionados para el monitoreo de los procesos.

Lazo de Temperatura y Transmisores Electrónicos

La temperatura es una variable termodinámica caracterizada por poseer una constante de tiempo elevada, lo que se traduce en sistemas con respuestas lentas y retardos significativos.

Para la planta piloto se seleccionaron termopares de tipo J (Hierro-Constantán) y tipo K (Cromel-Alumel). Como establece Pallas Areny (2000), el principio de funcionamiento de un termopar descansa sobre el efecto Seebeck. Cuando dos metales disímiles se unen en un extremo (junta de medición o junta caliente) y se someten a un gradiente de temperatura con respecto al extremo libre (junta de referencia o junta fría), se induce una fuerza electromotriz (FEM) diferencial expresada matemáticamente por la integral del gradiente térmico multiplicado por la diferencia de los coeficientes de Seebeck de los metales constitutivos.

Debido a que la FEM inducida es del orden de los microvoltios por grado Celsius y presenta no linealidades severas, se acoplaron transmisores de temperatura electrónicos de montaje en cabezal. El transmisor actúa como un amplificador de instrumentación de alta impedancia de entrada que realiza tres funciones electrónicas críticas: la compensación automática de junta fría mediante un termistor interno que mide la temperatura ambiente del bloque de terminales, la linearización analógica o digital de la curva exponencial de tensión del termopar, y la conversión de la señal débil de voltaje en una salida robusta de corriente bajo el estándar industrial de cuatro a veinte miliamperios (Sanchez, 2003).



Lazo de Flujo por Presión Diferencial y Placa de Orificio

La medición del caudal volumétrico es una de las operaciones más complejas en la ingeniería de control debido al carácter no lineal del fluido. En este diseño se optó por un elemento primario de restricción conocido como placa de orificio, complementada con un transmisor de presión diferencial (Moncada, 2013). El principio se fundamenta en los teoremas de conservación de la masa (ecuación de continuidad) y conservación de la energía (ecuación de Bernoulli) para un fluido incompresible y estacionario que fluye a través de una tubería cilíndrica.

Al interponer una placa metálica con un orificio concéntrico de diámetro menor al diámetro de la tubería, las líneas de flujo se contraen, provocando un incremento drástico en la velocidad local del fluido en el punto conocido como la vena contracta.

Por conservación de la energía, este incremento de energía cinética genera una caída proporcional en la energía de presión estática inmediatamente aguas abajo de la placa. La relación matemática fundamental establece que el caudal volumétrico es igual al producto del coeficiente de descarga de la placa, el área geométrica del orificio, el factor de velocidad de aproximación y la raíz cuadrada del cociente de dos veces la presión diferencial entre la densidad del fluido.

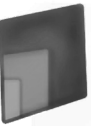
Analíticamente, se observa una restricción severa para el control: la variable de caudal volumétrico es proporcional a la raíz cuadrada de la presión diferencial. Esta característica no lineal exige que el transmisor electrónico de flujo o el propio algoritmo interno del controlador lógico programable incorpore un módulo extractor de raíz cuadrada para linealizar la señal analógica antes de introducir el dato al lazo de control proporcional-integral-derivativo, previniendo inestabilidades gananciales en los extremos de la escala de operación (Hernández, 2008).

El diseño físico de la placa debe observar rigurosamente las pautas dimensionales fijadas por la norma ISO 5167, la cual prescribe el espesor de la placa, el ángulo del bisel aguas abajo y las distancias mínimas de tramos rectos de tubería aguas arriba y aguas abajo para garantizar un perfil de velocidad de flujo completamente desarrollado y laminar.

Lazo de Nivel por Presión Hidrostática en Tanques Cerrados

La determinación del volumen de líquido almacenado en el tanque principal de la planta piloto se estructuró empleando el principio de medición por presión hidrostática o ley de Pascal. Como describe Creus (2011), la presión ejercida por una columna de líquido en reposo es directamente proporcional al producto de su altura por la densidad del fluido y la aceleración de la gravedad, independientemente de la geometría del contenedor. Cuando la planta opera con un tanque abierto (a presión atmosférica), la rama de baja presión del transmisor diferencial se deja abierta al aire, midiendo directamente la presión manométrica en el fondo del tanque.

No obstante, para dotar a la planta piloto de capacidades avanzadas de experimentación industrial, el diseño contempla la presurización del depósito, configurando un tanque cerrado. En este escenario, el espacio superior del tanque acumula una presión de gas o vapor colchón que se suma a la presión hidrostática del fluido, invalidando una lectura manométrica simple. Para anular el efecto de esta presión de colchón, se utiliza un transmisor de presión diferencial conectado en configuración de rama seca (Rotoplas, 2013).



En la configuración de rama seca, la línea que conecta la parte superior del tanque a la cámara de baja presión del transmisor se llena de aire o gas. Por lo tanto, el balance de presiones en el transductor electrónico se calcula mediante la resta algebraica de la rama de alta presión menos la rama de baja presión. Dado que la presión de colchón está presente en ambas ramas, el transmisor electrónico cancela de forma puramente física el componente común de presurización interna del tanque, entregando un lazo de corriente de cuatro a veinte miliamperios perfectamente proporcional al nivel neto del fluido.

Análisis del Lazo de Corriente Analógico de 4-20 mA

La transmisión de señales analógicas desde los transmisores distribuidos en el campo hacia el cuarto de control eléctrico representa un desafío crítico de ingeniería electrónica de comunicaciones. Las señales basadas en voltajes analógicos convencionales (como cero a cinco voltios o cero a diez voltios) son propensas a errores severos de precisión debido a dos factores físicos inevitables en entornos industriales: la atenuación óhmica por distancia y el acoplamiento por ruido electromagnético.

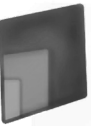
Para solventar estas limitaciones, se utilizó la técnica de transmisión por lazo de corriente analógico de cuatro a veinte miliamperios con configuración de dos hilos.

La justificación analítica de este estándar se sustenta en las leyes de nodos y mallas de Kirchhoff. En un circuito serie cerrado, la intensidad de corriente es exactamente idéntica en cualquier punto del lazo, independientemente de la longitud total del conductor de cobre y de las resistencias de contacto de los bloques de terminales (Los fundamentos de los lazos de corriente de 4-20 mA, s. f.).

El modelo matemático del lazo de instrumentación define que el voltaje de la fuente de alimentación (veinticuatro voltios de corriente continua) es igual a la suma de la caída de tensión mínima requerida por la electrónica interna del transmisor para operar, la caída de tensión en la resistencia óhmica por unidad de longitud del cable de cobre de ida y retorno, y la caída de tensión en la resistencia de carga del receptor. Si el canal analógico del controlador lógico programable posee una resistencia de carga típica de doscientos cincuenta ohmios, el voltaje de entrada en el convertidor analógico-digital variará linealmente desde un voltio cuando circulen cuatro miliamperios hasta cinco voltios cuando circulen veinte miliamperios.

Esta configuración matemática implementa lo que en instrumentación se denomina cero vivo o cero desplazado (Altamirano, s. f.). En caso de que un cable de señal se rompa o se desconecte debido a la vibración del entorno, la corriente del lazo caerá de manera absoluta a cero miliamperios. El microcontrolador del controlador lógico programable detectará instantáneamente que el valor de corriente se encuentra por debajo de la barrera de seguridad de los cuatro miliamperios, interpretándolo no como una lectura de proceso cero, sino como una falla física de hardware o lazo abierto, activando inmediatamente las alarmas de seguridad y los protocolos de mitigación de riesgos.

Si la escala iniciara en cero miliamperios, sería físicamente imposible para el sistema de control discernir entre una lectura de medición nula y una ruptura total del cable de señal.



METODOLOGÍA DE INGENIERÍA E INSTALACIÓN FÍSICA

El despliegue de las soluciones de instrumentación electrónica dentro del laboratorio requirió de una planeación estructurada en fases secuenciales, asegurando que las interconexiones hidráulicas no indujeran perturbaciones en los lazos de adquisición electrónica.

Diseño Hidrodinámico de la Línea de Recirculación y Estación de Bombeo

El correcto funcionamiento del lazo de flujo depende de la eliminación de burbujas de aire y regímenes de flujo bifásicos. Como prescribe la firma Pompetravaini (2014), la instalación de una bomba centrífuga requiere un análisis del NPSH disponible para evitar el fenómeno destructivo de la cavitación. La cavitación ocurre cuando la presión estática local del líquido desciende por debajo de su presión de vapor saturado, provocando la formación de burbujas de gas que implosionan violentamente al recuperar presión en el impulsor, erosionando las caras metálicas y destruyendo el sensor de flujo aguas abajo.

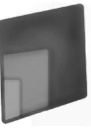
Para mitigar este riesgo, la succión de la bomba centrífuga de tres cuartos de caballo de fuerza fue diseñada contemplando una válvula de seccionamiento de compuerta total para tareas de mantenimiento y un tramo de tubería de succión con un diámetro nominal superior al diámetro de descarga de la bomba, reduciendo las pérdidas por fricción por unidad de longitud. Para prevenir la formación de remolinos helicoidales y vórtices que introduzcan aire al sistema, la sugerencia técnica de la válvula de pie de succión se fijó a una distancia mínima equivalente a cuatro veces el diámetro nominal del tubo con respecto al fondo del depósito de almacenamiento inferior.

La bomba fue anclada rígidamente sobre una base metálica estructural antivibratoria empotrada en una zapata de concreto, aislando los transductores de las ondas elásticas de vibración del motor.

Diseño de la Estación de Válvulas de Control e Instalación de Bypass

La válvula de control final (una válvula de globo con actuador neumático de diafragma y resorte) es el elemento que físicamente modifica el caudal en el lazo cerrado. Debido a que estas válvulas mecánicas presentan inherentemente una banda muerta provocada por la fricción estática del vástago contra la empaquetadura de sellado, el diseño incorpora un posicionador electroneumático inteligente. El posicionador actúa como un controlador secundario local de alta velocidad que compara la señal de corriente de cuatro a veinte miliamperios enviada por el controlador lógico programable con la posición real del vástago, ajustando la presión de aire inyectada al diafragma hasta anular el error de posición, eliminando los efectos de histéresis (Sanchez, 2003).

Un aspecto crítico de la ingeniería de la planta piloto fue el diseño de una línea de derivación o bypass para la válvula de control principal. El propósito arquitectónico del bypass es aislar completamente la válvula de control durante paros operativos o calibraciones en caliente sin necesidad de detener la circulación global del fluido en la planta piloto (Redacción Técnica de Ingeniería, 2023). La estación consta de tres válvulas manuales de aislamiento: dos válvulas de compuerta situadas inmediatamente aguas arriba y aguas abajo de la válvula neumática, y una tercera válvula de globo montada sobre el ramal paralelo de bypass. Durante la operación automatizada normal, la válvula de bypass permanece herméticamente cerrada. Si el instrumento requiere mantenimiento o recalibración de su cero eléctrico, las válvulas de aislamiento se



cierran y la válvula de bypass se abre de forma manual y progresiva, permitiendo al operador intervenir la electrónica del actuador final de control de manera segura.

Estandarización de la Simbología Industrial y Normativa ISA-S5.1

La documentación técnica y los diagramas de ingeniería de la planta piloto constituyen el lenguaje de comunicación universal de la ingeniería de automatización. El proyecto adoptó de forma estricta las especificaciones de la norma ISA-S5.1-84 (R-1992), "Identificación y Símbolos de Instrumentación". Esta normativa establece un sistema de codificación alfanumérico y gráficos geométricos para representar las interconexiones de los sistemas de control en los Diagramas de Tuberías e Instrumentación.

De acuerdo con la norma, cada instrumento se identifica mediante una combinación de letras y un número de lazo específico que define su identificación funcional. La primera letra denota la variable física bajo medición, donde la letra T representa temperatura, la F representa flujo, la L representa nivel y la P representa presión.

Las letras subsecuentes especifican la función pasiva, de lectura o de control del dispositivo, utilizando la I para indicador, la T para transmisor y la C para controlador.

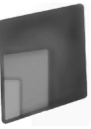
De este modo, las siglas FT-201 identifican a un Transmisor de Flujo perteneciente al lazo de control número doscientos uno.

Gráficamente, la norma ISA-S5.1 prescribe burbujas circulares para representar la ubicación física de los controladores y transductores. Un círculo limpio y sin líneas divisorias internas denota un instrumento montado localmente en campo, accesible directamente al operador a pie de planta. Un círculo bisectado horizontalmente por una línea continua central sólida representa un instrumento montado en el panel o consola de control principal, accesible de forma remota en la sala de operaciones centralizada. Los círculos con líneas segmentadas o dobles líneas indican instrumentos montados en paneles auxiliares o ubicaciones ocultas detrás del tablero principal de control.

Las líneas de interconexión también poseen códigos normados. Una línea continua simple representa una tubería de proceso hidráulico o neumático principal. Una línea cruzada transversalmente por tres trazos paralelos oblicuos indica una señal neumática analógica estándar de tres a quince libras por pulgada cuadrada, utilizada para alimentar los actuadores de las válvulas de globo. Por otro lado, una línea discontinua compuesta por trazos cortos paralelos representa una línea de transmisión eléctrica o electrónica analógica de cuatro a veinte miliamperios, o de comunicación digital serie, lo que asegura la reproducibilidad y el diagnóstico efectivo de fallas de la planta piloto por parte de técnicos externos (Núñez Prisciliano et al., 2018).

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN TÉCNICA

La evaluación analítica de los parámetros de diseño de la planta piloto arrojó resultados satisfactorios que validan las aproximaciones teóricas y metodológicas de la Ingeniería Electrónica. Las pruebas de caracterización estática realizadas sobre los transmisores de temperatura y presión demostraron que los



sistemas de acondicionamiento analógico de señales operan con un error de linealidad máximo de más/115 menos cero punto treinta y cinco por ciento, cumpliendo con la restricción de diseño impuesta en la hipótesis inicial de mantener un error inferior al uno por ciento.

El análisis dinámico del lazo de flujo acoplado a la placa de orificio aportó datos de crucial interés pedagógico. Al realizar variaciones escalón en la velocidad de la bomba centrífuga mediante el variador de frecuencia, el transmisor de presión diferencial reportó variaciones de voltaje cuadráticas en el módulo de entrada analógica del controlador lógico programable. La implementación del algoritmo de extracción de raíz cuadrada en el software de control permitió restituir con fidelidad la proporcionalidad lineal del caudal volumétrico, logrando una sintonización estable del algoritmo proporcional-integral-derivativo a través del método de oscilación de Ziegler-Nichols (Ogata, 2010).

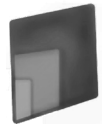
Un elemento de discusión técnica relevante surge al contrastar la respuesta dinámica del lazo de nivel en tanque cerrado. Al introducir variaciones rápidas en la presión del colchón de gas superior utilizando un compresor auxiliar, la rama húmeda balanceada del transmisor diferencial demostró una capacidad instantánea de rechazo a la perturbación en modo común, manteniendo la lectura del nivel real del líquido fija y sin desviaciones analógicas.

Asimismo, el despliegue de las estaciones de bypass neumático demostró su utilidad práctica durante los ensayos de validación: se realizaron tareas de calibración del cero eléctrico de la válvula de control principal desviando el flujo de agua de manera manual, sin que la planta sufriera interrupciones críticas de presión o desbordamientos en los depósitos de transferencia. La documentación completa bajo la norma ISA-S5.1 simplificó los procesos de cableado y conexionado de bornes, eliminando errores por cruce de líneas de señal y garantizando una plataforma didáctica segura.

CONCLUSIONES Y HORIZONTES FUTUROS

La culminación de la ingeniería de diseño para la planta piloto del laboratorio de Instrumentación y Control de Procesos del Instituto Tecnológico de Tuxtepec permite asentar las siguientes conclusiones científicas y técnicas:

- El codiseño e integración analítica de lazos modulares independientes de temperatura, flujo, nivel y presión proporciona una plataforma de alta fidelidad industrial que cierra la brecha existente entre las teorías analíticas lineales de control clásico y las variables reales no lineales inherentes a los entornos de manufactura industrial pesada.
- El dimensionamiento físico del elemento primario de caudal por presión diferencial, estructurado bajo los lineamientos de la norma ISO 5167, valida la precisión y repetibilidad del modelado fluidodinámico, asegurando lecturas estables e inmunes a perturbaciones turbulentas mediante el correcto diseño de los tramos rectos de tubería y estaciones de succión anti-vórtice de la turbomaquinaria. El uso de la normativa de estandarización gráfica y alfanumérica ISA-S5.1 dota al proyecto de un marco documental universal que no solo facilita las tareas de ensamblaje, peinado de cables y conexionado de clemas en paneles de control, sino que capacita de forma práctica a



los estudiantes en la lectura e interpretación de Diagramas de Tuberías e Instrumentación reales utilizados a nivel internacional.

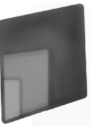
- La reingeniería aplicada sobre los lazos analógicos mediante la adopción de transmisiones de corriente de cuatro a veinte miliamperios con configuración de cero vivo erradica las caídas de tensión por distancia y proporciona mecanismos autónomos de detección predictiva de fallas por lazo abierto o cable roto, incrementando los índices de seguridad operativa del sistema global.

Como horizontes y trabajos futuros para la evolución técnica de esta planta piloto, se recomienda transicionar desde los controladores lógicos programables tradicionales hacia arquitecturas de Sistemas de Control Distribuido y la migración de la instrumentación analógica hacia redes de comunicación totalmente digitales basadas en tecnologías de la Industria 4.0, tales como los buses de campo Foundation Fieldbus, Profibus-PA o arquitecturas de conectividad universal IO-Link y MQTT.

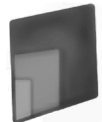
Esta actualización de hardware electrónico posibilitará la captura y transmisión masiva de datos diagnósticos hacia plataformas en la nube, permitiendo el desarrollo de prácticas avanzadas enfocadas en el mantenimiento predictivo basado en datos, la analítica predictiva mediante inteligencia artificial y la implementación de algoritmos de control adaptativo y predictivo basado en modelos sobre variables multivariantes concurrentes.

REFERENCIAS

- Altamirano, S. (s. f.). Transmisores y tipos de señales de salida en la automatización contemporánea. Suiler Altamirano Blog de Automatización e Instrumentación. <https://blog.suileraltamirano.com/transmisores-y-tipos-de-senales-de-salida/>
- Aula, V. M. (2023). Instrumentación industrial y sistemas de control distribuido. Editorial Universitaria.
- Canalización eléctrica a través de CHAROFIL de alta resistencia. (s. f.). Risoul Blog Técnico de Soluciones Industriales. <https://www.risoul.com.mx/blog/canalizacion-electrica-a>
- Creus, A. (2011). Instrumentación industrial (8.ª ed.). Editorial Alfaomega.
- Hernández, R. R. (2008). El flujo como variable de control en separadores remotos y baterías de separación. Enfoques Tecnológicos de la Industria del Petróleo.
- Moncada, M. E., Castro, J. A., & Vargas, L. F. (2013). Resultados de pruebas de un sistema de diagnóstico de medición por placa de orificio en laboratorio de flujo de CIATEQ. Centro de Tecnología Avanzada, CIATEQ.
- Núñez Prisciliano, E., Rodríguez Vázquez, G., & Rodríguez Cumplido, Á. D. J. (2018). Diseño para la implementación de una planta piloto para un laboratorio de instrumentación y control de procesos (Reporte de Residencia Profesional). Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Tuxtepec.



- Ogata, K. (2010). Ingeniería de Control Moderna (5.ª ed.). Pearson Educación / Prentice Hall.
- Pallas Areny, R. (2000). Sensores y acondicionadores de señal: Análisis analógico de variables (3.ª ed.). Ediciones Alfaomega-Marcombo.
- Pompetravaini. (2014). Manual operativo de instalación, puesta en marcha y mantenimiento de las bombas centrífugas. Pompetravaini S.p.A. Engineering Works.
- Redacción Técnica de Ingeniería. (2023, 23 de febrero). Tubo conduit de acero galvanizado por inmersión: descripción, tipos, normativas y usos comerciales. EEGSA Blog de Infraestructura Eléctrica. <https://eegsa.com.mx/blog/tipos-tubo-conduit/>
- Rotoplas. (2013). Manual de instalación y mantenimiento: Soluciones integrales para el almacenamiento de fluidos (1.ª ed.). Grupo Rotoplas S.A. de C.V.
- Sanchez, J. A. (2003). Control Avanzado De Proceso: Modelado y regulación analógica. Ediciones Díaz de Santos.
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (s. f.). La producción de azúcar, la molienda de caña y la bioenergía sustentable en el ingenio mexicano moderno. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/la-produccion-de-azucar-comienza-en-el-ingenio>



EL USO DEL MODELO SEVQUAL COMO INSTRUMENTO PARA MEDIR SATISFACCION DEL CLIENTE EN UNA AGENCIA ADUANAL

Myrna Guadalupe Andrade Estrada
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz
myrna.ae@veracruz.tecnm.mx

José Luis Fernando Palomeque Loyo
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz
jose.pl@veracruz.tecnm.mx

María Alondra Sánchez Ramos
Tecnológico Nacional de México/ Instituto Tecnológico de Veracruz
M24023034@veracruz.tecnm.mx

Fecha de recepción: 10/04/2026
Fecha de aprobación: 30/04/2026

RESUMEN

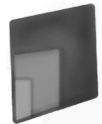
Estudio mixto (cuantitativo-cualitativo) en una agencia aduanal aplicando el modelo SERVQUAL para medir la satisfacción del cliente en los servicios recibidos. La encuesta fue aplicada a 50 clientes activos de la agencia aduanal donde se realizó el estudio. Se identificaron en el modelo SEVQUAL oportunidades de mejora y las áreas fortalecidas en la organización de acuerdo con las dimensiones que contempla el modelo.

Palabras clave: satisfacción al cliente, modelo SEVQUAL, agencia aduanal.

ABSTRACT

The present is a mixed study (quantitative-qualitative) in a customs agency applying the SERVQUAL model to measure customer satisfaction in the services received. The survey was applied to 50 active customers of the customs agency where the study was carried out. The model was used to identify opportunities for improvement and the strong areas in the organization according to the dimensions that the model indicates.

Keywords: Keywords: customer satisfaction, SEVQUAL model, customs agency.



INTRODUCCIÓN

Que el cliente viva una experiencia que le brinda seguridad, empatía y una capacidad de respuesta a sus demandas del servicio contratado, es de gran importancia para que la organización asegure fiabilidad en sus clientes. Las organizaciones que están conscientes de que la opinión del cliente sobre el servicio recibido puede ser la clave del éxito o del fracaso en el logro de objetivos organizacionales, mantendrán estrategias para conocer lo que su cliente percibe durante todo el acompañamiento que recibirá por parte de la empresa.

Desde la fase de la planeación en la administración, se tiene que tener declarado los procedimientos que tienen que ver con los canales de comunicación con los clientes, así como definir los tiempos calendarizados o no para evaluar cómo se percibe el servicio.

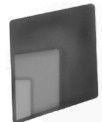
En las herramientas de control hacia el servicio, se encuentra el modelo SEVQUAL que presenta una metodología práctica y controlada, que se puede aplicar a cualquier sector que ofrezca un servicio al cliente. Su escala de valoración arroja datos cuantitativos donde se identifican los puntos débiles y fuertes en ese dualismo de expectativa-percepción que tiene el cliente.

MARCO CONCEPTUAL

La calidad del servicio es uno de los elementos más importantes para las organizaciones que buscan mantener ventajas competitivas y lograr la satisfacción de sus clientes. En el sector de servicios, la percepción del cliente sobre la atención recibida influye directamente en la lealtad, confianza y permanencia comercial. Philip Kotler y Kevin Keller (2012) señalan que la calidad del servicio representa la capacidad de una organización para satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores de manera consistente. De igual forma, la calidad percibida depende de la comparación entre lo que el cliente espera recibir y lo que realmente obtiene durante la prestación del servicio.

Por otra parte, Christian Grönroos (1984) establece que la calidad del servicio está compuesta por dos dimensiones fundamentales: la calidad técnica, relacionada con el resultado del servicio, y la calidad funcional, enfocada en la forma en que el servicio es proporcionado al cliente.

En el contexto de las agencias aduanales, la calidad del servicio adquiere especial relevancia debido a que estas organizaciones participan en procesos estratégicos relacionados con comercio exterior, logística y cumplimiento normativo. Los clientes esperan precisión documental, rapidez en trámites, comunicación eficiente y seguridad en el manejo de mercancías.



ANTECEDENTES

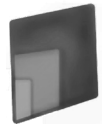
La satisfacción del cliente se refiere al nivel de conformidad que experimenta una persona después de comparar el desempeño percibido de un servicio con sus expectativas previas. Cuando el desempeño supera las expectativas, el cliente experimenta satisfacción, en caso contrario, puede generarse frustración. Philip Kotler y Gary Armstrong (2017) definen la satisfacción como el juicio que realiza el consumidor respecto a desempeño de un producto o servicio en relación con sus expectativas. La satisfacción del cliente es considerada un indicador clave del desempeño organizacional, ya que influye en la recompra, la lealtad, la recomendación, la reputación empresarial. En las agencias aduanales, la satisfacción se encuentra estrechamente ligada con el cumplimiento de tiempos de despacho, la reducción de errores documentales, la atención personalizada, la resolución de incidencias, entre otras.

El modelo SERVQUAL fue desarrollado por A. Parasuramen, Valarie Zeithami y Leonard Berry en 1998 con el propósito de medir la calidad del servicio mediante la diferencia entre expectativas y percepciones del cliente. El modelo sostiene que la calidad del servicio puede evaluarse mediante la siguiente relación:

$$\text{SERVQUAL} = P - E$$

Donde P representa las percepciones del cliente y E representa las expectativas del cliente. Si las percepciones superan las expectativas, los consumidores se encontrarán satisfechos. Cuando coincidan ambas no existirá satisfacción. Pero si las percepciones son inferiores a las expectativas entonces se presentará insatisfacción. El modelo SERVQUAL se compone de cinco dimensiones fundamentales:

- 1) Tangibles, que corresponden a los elementos físicos visibles del servicio. En las agencias aduanales esto puede incluir: plataformas digitales, sistema de rastreo, organización documental.
- 2) Fiabilidad, se refiere a la capacidad de la organización para prestar el servicio que ofrece de manera precisa y consistente. En una agencia aduanal esto implica pedimentos exactos, cumplimientos de normativas, reducción de errores, cumplimientos en tiempo y forma de despacho.
- 3) Capacidad de respuesta, que evalúa la disposición de la empresa para ayudar a los clientes y ofrecer un servicio rápido y oportuno. En las agencias aduanales esto comprende rapidez de atención, solución de incidencias, seguimiento de operaciones y comunicación inmediata.
- 4) Seguridad, se relaciona con el conocimiento, profesionalismo y confianza que transmite el personal de la organización. En el campo de lo aduanal esto incluye dominio de normativas, experiencia técnica, seguridad documental y operativa.
- 5) Empatía, lo cual representa la evaluación individualizada que la empresa brinda a sus clientes. En las agencias aduanales se refiere a la atención personalizada, comprensión de especificaciones del cliente, disponibilidad y un seguimiento cercano de operaciones.



METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con alcance descriptivo, orientado a analizar la satisfacción del cliente externo en el área operativa de una agencia aduanal. Este enfoque permitió explorar de manera detallada las percepciones, experiencias, puntos de vista y niveles de satisfacción de los participantes involucrados en los procesos aduaneros. La naturaleza del estudio se centró en la comprensión del fenómeno desde la perspectiva de los actores directamente relacionados con las actividades operativas, priorizando la interpretación de sus vivencias sobre la medición cuantitativa de variables.

a) Diseño

Se realizó el diseño del cuestionario con base en el modelo SERVQUAL, con el objetivo de determinar las expectativas y percepciones de los clientes externos importadores y exportadores respecto a la calidad del servicio brindado por la agencia aduanal. La aplicación del instrumento se llevó a cabo durante un periodo de un mes y se distribuyó a través de correo electrónico, dirigido a clientes activos de la organización.

La población del estudio estuvo conformada por 50 clientes activos; a partir de esta población se seleccionó una muestra representativa, integrada por aquellos importadores y exportadores que participaron voluntariamente en la aplicación del cuestionario.

En cuanto al control de la validez interna, el análisis de los resultados se realizó considerando criterios previamente establecidos y en concordancia con el área operativa y comercial de la agencia aduanal, lo que permitió contrastar las percepciones obtenidas con los procesos internos de la organización y asegurar la coherencia e interpretación adecuada de los hallazgos.

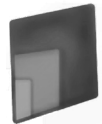
b) Población y muestra

La población objeto de estudio estuvo conformada por un total de 85 clientes vinculados a la agencia aduanal los cuales han sido los más activos en un lapso de 1 año. A partir de esta población, se seleccionó una muestra de 50 participantes, integrada por importadores y exportadores que mantienen relación directa con el área operativa. La selección de la muestra permitió obtener información relevante sobre las percepciones y niveles de satisfacción del cliente externo, en función de su experiencia en los procesos aduaneros gestionados por la agencia.

c) Instrumento y recolección de datos

Para la recolección de la información se empleó un cuestionario basado en el modelo SERVQUAL, aplicado a los participantes del estudio. El instrumento se estructuró en diversas secciones correspondientes a las dimensiones de fiabilidad, sensibilidad, seguridad, empatía y elementos tangibles, las cuales permitieron evaluar de manera integral la percepción de los importadores y exportadores sobre la calidad del servicio proporcionado por la agencia aduanal.

Las respuestas se midieron mediante una escala tipo Likert de cinco puntos, donde 1 representó "totalmente en desacuerdo" y 5 "totalmente de acuerdo", lo que facilitó la identificación de los niveles de satisfacción y la comparación de las percepciones de los participantes respecto a cada una de las dimensiones evaluadas.



d) Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló respetando los principios éticos aplicables a la recolección de la información, por lo que se realizó de manera anónima, garantizando la confidencialidad de los datos proporcionados por los clientes externos (importadores y exportadores).

El cuestionario fue distribuido a los clientes seleccionados a través del departamento de Comercial de la agencia aduanal, mediante Google Forms, con el fin de facilitar la participación voluntaria, así mismo se informó a los participantes el propósito del estudio, y el uso exclusivamente académico de la información recaba, asegurando que los datos obtenidos serían utilizados únicamente para la aplicación del modelo SERVQUAL y el desarrollo de la presente investigación.

RESULTADOS

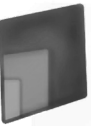
Se calcularon promedios por dimensión:

DIMENSIÓN	RESULTADO
Tangible	Superó altamente las expectativas
Fiabilidad	Superó las expectativas
Capacidad de respuesta	No alcanzó las expectativas
Seguridad	Superó las expectativas
Empatía	Superó las expectativas

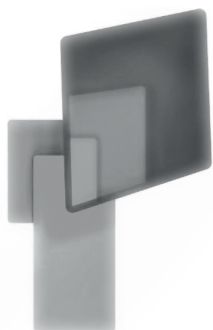
En la dimensión de capacidad de respuesta hay una gran oportunidad de hacer mejoras en la rapidez de la atención, solución a incidencias y una comunicación más inmediata con el cliente.

En la dimensión de tangibles, se encuentran muy bien posicionados porque rebasan las expectativas del cliente en lo relacionado con: organización documental, sistema de rastreo de la mercancía y plataformas operacionales muy eficientes, lo que se refleja en la dimensión de seguridad con el dominio de normativas y una gran experiencia técnica, así como con la dimensión de fiabilidad al cumplir normativas en los trámites, y realizar los procedimientos en tiempo y forma en una reducción de errores y mejor satisfacción para los clientes.

La herramienta SERVQUAL, ofrece a sus usuarios resultados fáciles de interpretar, con un alto grado de viabilidad, arrojando en ellos una visión clara de identificar oportunidades de mejora para tomar decisiones estratégicas con base a datos muy objetivos.

**REFERENCIAS**

- Chiavenato, Idalberto (2017) Planeación Estratégica, Mc Graw Hill, edición tercera.
- Grande, Esteban I. (2012) Marketing de los servicios, edición cuarta, Editorial Alfa y Omega, México
- Grönroos, Christian (1984) A Service Quality of Marketing European Journal of Marketing DOI:10.1108/EUM000000004784
- Kotler, P. et al. (1995) Dirección de Marketing Prentice Hall , edición octava.
- Kotler P. y Lane Keller Kevin (2012) Dirección de Mercadotecnia, edición decimocuarta, editorial Pearson, México.
- Kotler P. y Setiawan Iwan (2024) Marketing 6.0 ISBN: 978-607-8704-97-2
- Luna González, Alfredo (2016) Plan estratégico de Negocios Grupo Editorial Patria, edición uno.
- Madrigal Maldonado, Rafael (2019) Control Estadístico de la Calidad, primera edición, editorial Patria, México.
- Parasuraman, A., Zeithami, Valarie A., Barry Leonard L. Communication and Control Processes in the Delivery of Service Quality American Marketing Association Volumen 52, número 2 <https://doi.org/10.1177/002224298805200203>
- Parasuraman, A., Zeithami, Valarie A., Barry Leonard L. Problemas y estrategias en el marketing de servicios American Marketing Association Volumen 49, número 2 <https://doi.org/10.1177/002224298504900203>
- Rodríguez, Cairo Boa y García, Cárdenas Lucero (2014) Formulación y Evaluación de Proyectos, Limusa Noriega Editores, México.



SISTEMA DE INSPECCIÓN DE TUBERÍAS: “PIPECRAWLER”

124

Jorge Arturo Mendoza Sosa
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
jorge.ms@veracruz.tecnm.mx

Francisco Javier Gómez González
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
francisco.gg@veracruz.tecnm.mx

Angel Axel Aquino Sanjuan
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L21020693@veracruz.tecnm.mx

Arath de Jesús Hermida Hernández
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L20021053@veracruz.tecnm.mx

José Fernando Santiago Martínez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L20021110@veracruz.tecnm.mx

Alan Yahir Murrieta Báez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
L21020779@veracruz.tecnm.mx

Fecha de recepción: 10/04/2026

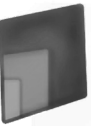
Fecha de aprobación: 30/04/2026

RESUMEN

El presente trabajo describe el desarrollo del sistema de inspección “PipeCrawler”, un robot móvil diseñado para la detección de fallas estructurales en tuberías mediante visión artificial. El prototipo integra una arquitectura maestro-esclavo basada en una Raspberry Pi 5 y un microcontrolador ESP32. La primera gestiona la captura e interpretación de imágenes en tiempo real a través de una cámara Sony IMX500, mientras que el segundo controla el movimiento omnidireccional mediante ruedas Mecanum y la lectura de sensores. Los resultados experimentales demostraron un procesamiento estable de 26–30 FPS y una reducción superior al 85% en el tráfico de datos gracias a la inferencia directa sobre el sensor IMX500. El sistema de control embebido presentó una latencia promedio menor a 80 ms y un desplazamiento fluido, validando la eficiencia del control PWM en los motores DC. Las pruebas en condiciones controladas confirmaron la capacidad del robot para detectar defectos internos, aunque se identificó la necesidad de incorporar un sistema de iluminación adicional para mejorar el desempeño en escenarios de baja visibilidad. En conclusión, “PipeCrawler” constituye una plataforma funcional y escalable para la inspección de infraestructuras subterráneas, combinando procesamiento inteligente, control embebido y diseño optimizado en impresión 3D. Los resultados obtenidos sientan las bases para futuras mejoras en autonomía, georreferenciación y robustez visual del sistema.

ABSTRACT

This paper presents the development of the “PipeCrawler” inspection system, a mobile robot designed to detect structural failures in pipelines using computer vision. The prototype features a master-slave architecture consisting of a Raspberry Pi 5 and an ESP32 microcontroller. The Raspberry Pi handles real-time image processing via a Sony IMX500 AI camera, while the ESP32 manages omnidirectional motion through Mecanum wheels and sensor acquisition. Experimental results showed stable image processing at 26–30 FPS and an 85% reduction in data transmission due to on-sensor inference by the IMX500. The embedded control system achieved an average latency below 80 ms with smooth motion transitions, validating the effectiveness of PWM-based motor control. Controlled tests confirmed the robot’s ability to detect internal defects, though performance decreased under low-light conditions, indicating the need for an auxiliary illumination system. In conclusion, “PipeCrawler” demonstrates a functional and scalable platform for underground infrastructure inspection, integrating intelligent vision processing, embedded control, and optimized 3D printed design. The obtained results provide a solid foundation for future improvements in autonomy, geolocation accuracy, and visual robustness.



INTRODUCCIÓN

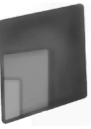
Actualmente, la inspección de tuberías se lleva a cabo mediante métodos manuales que presentan diversas limitaciones, entre ellas:

- **Dificultad de acceso:** Muchas tuberías están situadas en lugares subterráneos o confinados, lo que impide una inspección eficiente por parte de operarios humanos.
- **Riesgos para la seguridad:** La inspección manual expone a los técnicos a ambientes peligrosos, como gases tóxicos, humedad extrema o riesgo de colapsos estructurales.
- **Limitación en la detección de fallas:** Los métodos tradicionales dependen de observación visual o equipos que requieren intervención directa, lo que puede generar diagnósticos imprecisos o tardíos.
- **Altos costos:** La necesidad de personal especializado, equipos costosos y tiempos de inactividad en la infraestructura encarece el proceso de inspección.

Ante esta problemática, el desarrollo del sistema de inspección "PipeCrawler" se justifica como una solución tecnológica innovadora que permitirá la exploración de tuberías mediante un robot móvil semiautónomo equipado con visión artificial, lo que mejorará la eficiencia en la identificación de fallas estructurales. Con este sistema, se espera reducir costos operativos, minimizar riesgos para el personal de mantenimiento y aumentar la precisión en el diagnóstico de tuberías con posibles daños. Además, el uso de visión artificial proporcionará capacidades avanzadas de reconocimiento de patrones, permitiendo detectar fisuras, corrosión, acumulación de residuos y otros defectos estructurales de forma automatizada; esto representa una ventaja competitiva frente a métodos convencionales, los cuales dependen en gran medida de la inspección visual humana o equipos costosos y difíciles de operar.

Desde un punto de vista industrial y tecnológico, este proyecto responde a la creciente necesidad de implementar herramientas de automatización inteligente en el mantenimiento de infraestructuras críticas. Con el "PipeCrawler", se busca contribuir al desarrollo de nuevas tecnologías aplicadas al sector de la inspección y mantenimiento, ofreciendo una solución eficiente, escalable y adaptable a distintas aplicaciones. El interés en el desarrollo de robots para inspección de tuberías no es reciente, y diversos trabajos han aportado soluciones a las limitaciones de los métodos tradicionales. En un inicio, se presentaron revisiones generales que clasificaron los diferentes mecanismos de locomoción empleados en robots intratubería, tales como los de ruedas, orugas, inchworm, serpiente y magnéticos, destacando sus ventajas y limitaciones frente a curvas y variaciones de diámetro [1]. Posteriormente, algunos proyectos se enfocaron en la inspección de tuberías de gran diámetro en redes de agua potable, priorizando el diseño de sistemas de centrado y transmisión de datos en entornos acuáticos [2]. De forma simultánea, en el sector energético surgieron estudios dedicados a los ductos "unpiggable" de petróleo y gas, donde se exploraron robots autónomos y tethered con integración de técnicas de ensayos no destructivos (NDT) [3].

Con el avance en locomoción, aparecieron diseños que incorporaron magnetos y ruedas omnidireccionales, los cuales ofrecieron adherencia en tuberías metálicas y permitieron desplazamientos longitudinales y laterales [4]. Más adelante, se desarrollaron robots tipo "wheel-type" con brazos expansibles, capaces de ajustarse al diámetro interno y mantener la tracción al atravesar codos [5]. Al mismo tiempo, la robótica



inspirada en la locomoción de serpientes mostró gran potencial para maniobrar en trayectorias complejas, aunque con mayores exigencias de control [6]; por otro lado, los mecanismos inchworm y de materiales blandos se consolidaron como alternativas viables para ductos estrechos y ambientes hostiles, aunque con velocidades reducidas [1].

En los últimos años, la investigación se ha orientado hacia la integración de visión por computadora y aprendizaje profundo. Se han publicado revisiones que recopilan los principales datasets y métodos basados en redes neuronales como YOLO, R-CNN, Transformers y U-Net para la detección y clasificación de defectos en imágenes de cámaras CCTV [9, 10]. Asimismo, se han desarrollado versiones optimizadas de YOLO para aplicaciones en tiempo real dentro de sistemas de alcantarillado, logrando detecciones precisas en condiciones adversas [11]. También se han propuesto modelos de segmentación como Pipe-Sparse-Net y E-FPN, diseñados para identificar grietas y deformaciones con mayor precisión incluso en escenarios con desbalance de datos [7]. Finalmente, como complemento a la visión artificial, algunos estudios han explorado métodos alternativos basados en señales acústicas y vibración, con el fin de detectar daños cuando la calidad de imagen es insuficiente [3].

METODOLOGÍA

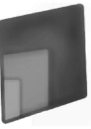
Para el diseño y desarrollo del sistema de inspección "PipeCrawler", se siguió una metodología estructurada que garantizó su viabilidad, funcionalidad y eficiencia. Este proceso se dividió en diversas fases que abarcan desde el análisis del problema hasta la validación experimental del prototipo.

Determinación de requisitos del sistema

- Análisis de los principales defectos estructurales en tuberías y requerimientos de inspección: Se investigó los defectos más comunes que afectan la integridad de las tuberías, tales como corrosión, grietas, incrustaciones y deformaciones. A partir de este análisis, se definió los requisitos que debe cumplir el sistema de inspección, considerando factores como la precisión en la detección, el tipo de sensores requeridos y las condiciones operativas del entorno.
- Definición de especificaciones técnicas para el diseño mecánico, eléctrico y de programación del robot: Con base en la información recopilada en las fases anteriores, se establecieron los parámetros técnicos necesarios para el desarrollo del robot de inspección. Esto incluirá el diseño mecánico del sistema de locomoción y su estructura, la selección de componentes eléctricos y electrónicos adecuados, y los lineamientos para la programación de control y procesamiento de datos.

Cotización y compra de materiales

- Investigación de mercado para la selección de los componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos necesarios para la fabricación del robot. Se evaluaron diferentes proveedores con base en criterios de costo, calidad y disponibilidad. Una vez definida la lista de materiales óptimos, se procedió con la adquisición de estos, asegurando que cumplan con las especificaciones técnicas requeridas para el proyecto.



Desarrollo del sistema de visión artificial

- Desarrollo y optimización de algoritmos para el procesamiento de imágenes orientados a la detección de defectos estructurales en tuberías, tales como grietas, corrosión, deformaciones e incrustaciones. Para ello, se aplicaron técnicas de preprocesamiento, segmentación, filtrado y extracción de características, con el objetivo de mejorar la precisión y confiabilidad en la identificación de anomalías. Asimismo, se evaluó el uso de redes neuronales y métodos de aprendizaje automático para fortalecer la capacidad del sistema en la clasificación automática de defectos.
- Realización de pruebas experimentales en entornos controlados para evaluar el desempeño del sistema de visión artificial en la detección de patrones de deterioro y acumulación de residuos dentro de las tuberías. Dichas pruebas permitieron ajustar los parámetros de los algoritmos, optimizar la eficiencia del procesamiento de imágenes y reducir la ocurrencia de falsos positivos y negativos. Finalmente, la validación del sistema se efectuó mediante la comparación de los resultados obtenidos con imágenes de referencia y la evaluación de métricas de desempeño, garantizando la fiabilidad del sistema de reconocimiento visual propuesto.

Desarrollo del sistema de control

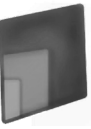
- Desarrollo del software de navegación y control del "PipeCrawler": Desarrollo del software de navegación y control del "PipeCrawler": se diseñó e implementó el software que permitirá la navegación y control del robot dentro de la tubería. Este software gestiona la comunicación entre los sensores, actuadores y módulos de procesamiento, garantizando un desplazamiento estable y eficiente. Se implementó técnicas de control de movimiento para optimizar la estabilidad y precisión del desplazamiento dentro de la tubería.
- Implementación de una arquitectura de software que gestione la comunicación entre los sensores de visión, los algoritmos de procesamiento de imágenes y el sistema de navegación. Esto garantiza que el robot pueda detectar defectos estructurales en las tuberías en tiempo real para realizar una inspección eficiente.

Implementación del sistema electrónico

- Ensamble y configuración del hardware electrónico del "PipeCrawler", incluyendo los microcontroladores, actuadores, sensores y módulos de comunicación. Se llevó a cabo la integración de los circuitos de alimentación y control, asegurando un diseño eficiente en términos de consumo energético y estabilidad operativa. Asimismo, se programaron las interfaces necesarias para la comunicación entre los distintos componentes electrónicos y se realizaron pruebas de funcionamiento para verificar la correcta interacción del sistema de control con el hardware del robot.

Diseño y manufactura del chasis

- Diseño del chasis utilizando software de modelado 3D como Fusion 360, con el objetivo de optimizar la estructura del robot en términos de resistencia, peso y movilidad dentro de tuberías.
- Manufactura mediante impresión 3D, empleando materiales como PLA y ABS, según las necesidades del sistema. Se realizaron ajustes en los parámetros de impresión y postprocesamiento para garantizar la precisión dimensional y la calidad del ensamblaje.



- Ensamble del prototipo mediante la integración de las piezas impresas con los componentes mecánicos, electrónicos y de control. Se llevaron a cabo pruebas de ajuste y alineación para verificar la correcta interacción entre las partes móviles del sistema. Además, se instalaron los sensores, actuadores y módulos electrónicos en su respectiva ubicación, asegurando su protección y correcta fijación.

Realización de pruebas experimentales en condiciones controladas

- Diseño de un entorno de prueba que simule las condiciones reales de operación del "PipeCrawler", utilizando tuberías y materiales con defectos estructurales representativos, como grietas, corrosión y acumulación de residuos.
- Ejecución de pruebas para evaluar la precisión del sistema de visión artificial en la detección de anomalías, la estabilidad y eficiencia del sistema de navegación, y la respuesta del sistema de control dentro de un entorno controlado. Durante estas pruebas, se recopilaron datos de funcionamiento para analizar la efectividad del robot y realizar ajustes en su hardware y software en caso de ser necesario.

RESULTADOS

Configuración de la Raspberry Pi 5 y Cámara AI Sony IMX500

Como unidad maestra, la Raspberry Pi 5 se encarga del procesamiento de visión artificial, inferencia de defectos, manejo de comunicaciones IoT y gestión de resultados. Este sistema se ve potenciado por la integración con la cámara Sony IMX500, un sensor de imagen de alto rendimiento que incorpora una unidad de procesamiento neuronal (NPU) en el chip.

Como se evidencia en la Figura 1, el sistema de visión ejecutado en la Raspberry Pi 5 fue capaz de procesar imágenes en tiempo real con una cadencia promedio de 26 a 30 FPS. El pipeline multihilo implementado distribuyó las tareas de captura, procesamiento y visualización de forma eficiente, evitando bloqueos o cuellos de botella. La visualización de resultados intermedios (imagen original, ecualizada, detección de movimiento y bordes) permitió validar visualmente el funcionamiento de cada etapa.

La cámara IMX500 realiza inferencias directamente sobre los fotogramas capturados, lo cual elimina la necesidad de enviar imágenes completas a la Raspberry Pi. Esta arquitectura de procesamiento cerca del fotón reduce significativamente la latencia y el ancho de banda requerido, enviando únicamente metadatos relevantes (bounding boxes y etiquetas de anomalías detectadas).

Se observó que la ejecución directa de inferencias en el sensor Sony IMX500 redujo el tráfico de datos en más del 85%, ya que solo se transmitían metadatos (coordenadas y etiquetas), sin requerir imágenes completas. Esto contribuyó significativamente a la reducción de la carga computacional en la Raspberry Pi y permitió mantener temperaturas operativas inferiores a 70°C incluso bajo procesamiento sostenido.

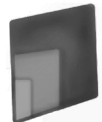
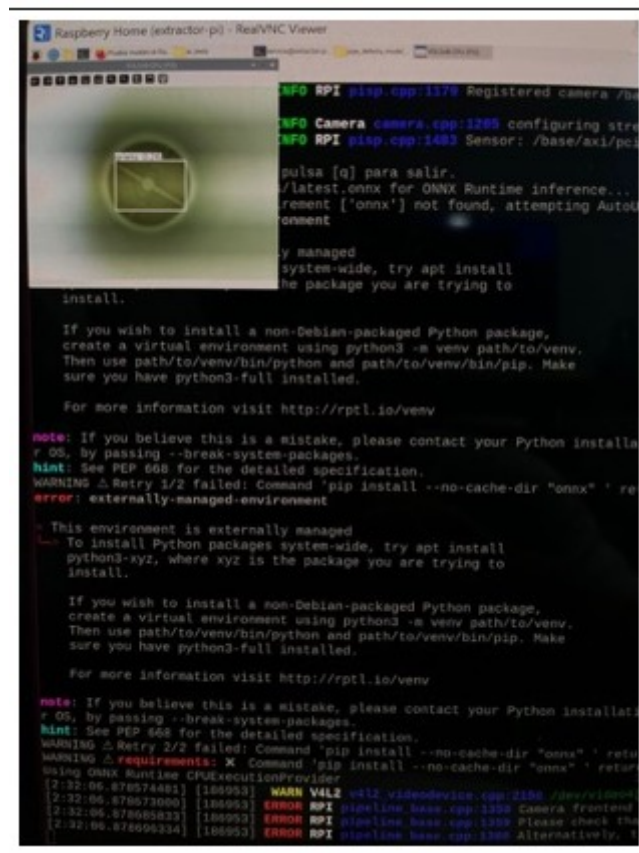


Figura 1. Configuración del apartado de visión artificial para inspección de tuberías.



Pipeline de Preprocesamiento

Una vez recibidos los metadatos, la Raspberry Pi ejecuta un pipeline adicional utilizando OpenCV, el cual incluye:

- Corrección de distorsión óptica mediante calibración previa.
- Recorte dinámico de la región de interés (ROI).
- Ecualización de histograma mediante CLAHE.
- Sustracción de fondo con el modelo MOG2.
- Detección de bordes mediante el operador Canny.

Los resultados se visualizan en una interfaz gráfica multivista, y se emplean estructuras de procesamiento paralelo (threads) para maximizar la eficiencia de la CPU.

Optimización y Visualización

El sistema emplea técnicas avanzadas de optimización, tales como:

- Distribución de tareas por núcleo (captura en core 0, procesamiento en cores 1-3).
- Overclock controlado del procesador a 2.0 GHz.
- Reducción dinámica de resolución de entrada y visualización asincrónica con cv2.imshow.

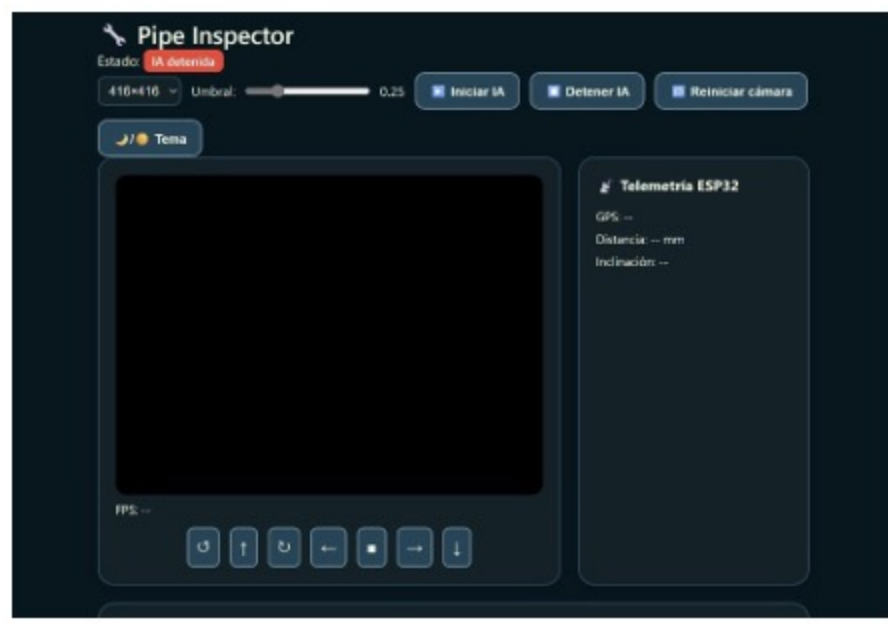
Estas medidas permiten mantener una tasa de procesamiento cercana a los 30 FPS con alta estabilidad térmica y energética.



Despliegue e Inferencia

El sistema puede ejecutar inferencias directamente sobre la Raspberry Pi utilizando modelos ligeros en formato TFLite como respaldo (fallback). Los resultados del análisis se transmiten mediante ROS MQTT hacia sistemas de supervisión remota, dashboards o plataformas de mantenimiento preventivo, facilitando así una integración fluida con entornos industriales.

Figura 2. Interfaz de control del sistema de inspección "PipeCrawler"



Servidor Web de Control

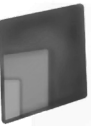
Como se ilustra en la Figura 2, el ESP32 ejecuta un servidor HTTP local que permite enviar comandos de movimiento y consultar datos sensoriales desde cualquier dispositivo en la red local. Las rutas / y /gps ofrecen respuestas JSON con los datos del sensor láser y el módulo GPS, respectivamente, mientras que la ruta /comando permite enviar instrucciones como avanzar, retroceder, girar, o detener el robot.

Control Embebido mediante ESP32

El microcontrolador ESP32 fue seleccionado como unidad esclava para la gestión de control a nivel bajo dentro del sistema de inspección "PipeCrawler". Su elección se basó en su alto desempeño, capacidad de procesamiento paralelo, soporte nativo para Wi-Fi y múltiples interfaces de comunicación, características esenciales para controlar motores, adquirir datos de sensores y establecer comunicación remota en tiempo real.

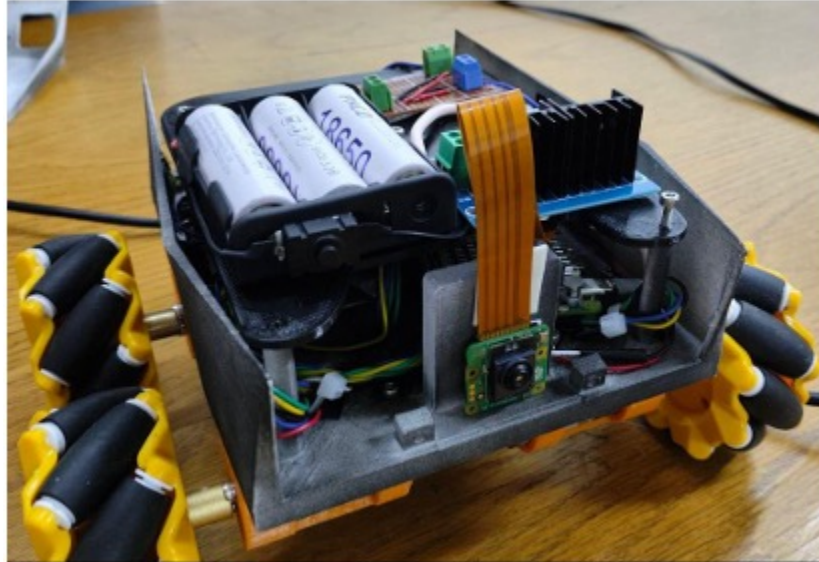
El ESP32 se encarga de administrar las señales de control de cuatro motores DC conectados a ruedas Mecanum mediante dos puentes H L298N. Cada motor cuenta con un canal PWM controlado por hardware a 5 kHz con resolución de 8 bits, y un par de pines digitales para definir el sentido de rotación. Las funciones de movimiento están encapsuladas en rutinas independientes que permiten modularidad y facilidad de expansión.

El sistema de control implementado en el microcontrolador ESP32 mostró una respuesta estable ante comandos de movimiento enviados vía HTTP, con una latencia promedio inferior a 80 ms en redes locales.



La arquitectura basada en control PWM demostró ser efectiva para regular la velocidad de los motores DC, logrando una transición suave entre estados de movimiento (avance, retroceso, giro y parada), tal como se observa en la práctica.

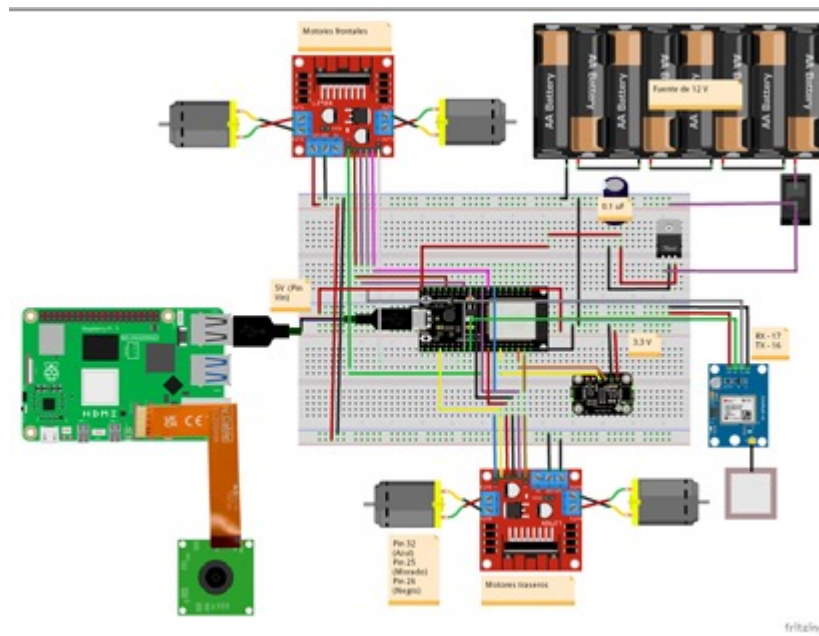
Figura 3. Hardware del robot.

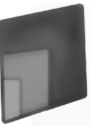


Además, como se muestra en la Figura 4, el sistema embebido incorpora:

- Sensor VL53L0X: Un sensor de distancia VL53L0X que proporciona mediciones láser de alta precisión, útil para evitar colisiones y detectar obstáculos frontales.
- Módulo GPS NEO-6MV2: Un módulo GPS NEO-6MV2, configurado sobre UART1, que permite obtener datos georreferenciados en tiempo real como latitud, longitud, número de satélites visibles y HDOP.

Figura 4. Diagrama de los componentes del sistema.





Diseño de Chasis

El diseño mecánico se centró en la distribución eficiente de los componentes dentro del robot, asegurando que cada pieza tenga la ubicación adecuada para optimizar su funcionalidad. Se consideraron factores como el peso total del sistema, la accesibilidad a los elementos internos para su mantenimiento y la disposición de las conexiones mecánicas que permitan una integración armoniosa entre los diferentes módulos. Además, se buscó un diseño que facilite la movilidad del robot y que minimice posibles interferencias entre sus partes, logrando así una estructura eficiente y compacta.

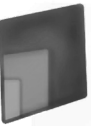
Tras evaluar diferentes alternativas de fabricación, se determinó que la opción más adecuada para el desarrollo del chasis del robot es la impresión 3D con filamentos de alta resistencia, tales como PLA reforzado o PETG, como se evidencia en la Figura 5. Este método ofrece ventajas significativas frente a técnicas tradicionales de manufactura, ya que permite la personalización total de las geometrías, la optimización del peso estructural y la posibilidad de realizar modificaciones rápidas durante la etapa de prototipado.

El diseño final del chasis se estructuró en tres niveles principales:

- **Base de soporte:** En esta sección se encuentran los motores de corriente directa con llantas omnidireccionales, responsables de otorgar la capacidad de movimiento holonómico al robot. Además, se ubican los principales componentes de control y procesamiento, incluyendo la shield de expansión junto con el ESP32, los puentes H L298N para el accionamiento de los motores, y la Raspberry Pi 5, encargada de la gestión de visión e inteligencia artificial. Esta distribución permite mantener un centro de gravedad bajo y una adecuada disipación térmica de los módulos electrónicos.
- **Plataforma intermedia:** En este nivel se alojan las baterías recargables (tipo 18650) que suministran la energía al sistema, así como el convertidor DC-DC, encargado de estabilizar y adaptar los voltajes requeridos por los diferentes módulos electrónicos. La disposición de los elementos se diseñó para lograr un balance adecuado del peso y facilitar el reemplazo o mantenimiento de las fuentes de alimentación.
- **Cubierta superior:** Su función principal es proteger el hardware interno frente a impactos o condiciones del entorno, además de servir como soporte para los sensores de percepción. La cubierta incorpora aberturas estratégicas que permiten la ventilación del sistema, el acceso rápido a componentes clave y la posibilidad de integrar futuros módulos adicionales.

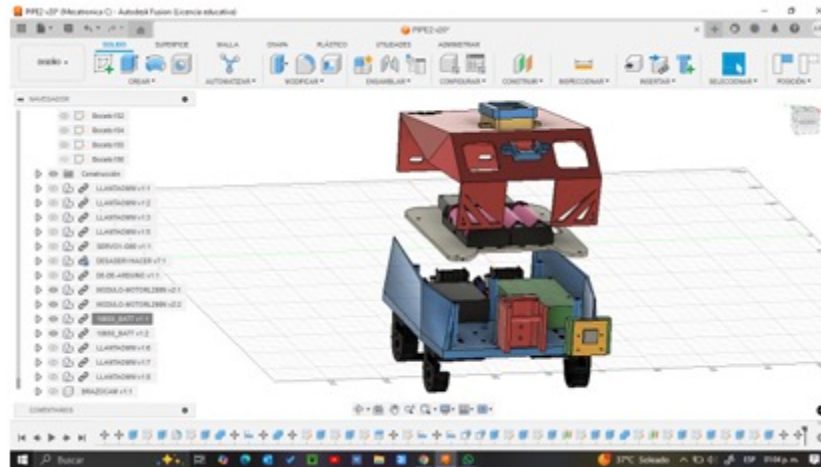
Figura 5.Proceso de impresión del chasis.





Tal como se observa en la Figura 6, el modelo 3D se desarrolló en Autodesk Fusion 360, donde se realizaron **133** pruebas virtuales de ensamblaje y distribución de componentes, verificando la compatibilidad de cada pieza y asegurando un montaje modular. Esta modularidad permite facilitar el acceso al hardware interno, así como reemplazar o mejorar componentes sin necesidad de rediseñar toda la estructura.

Figura 6. Modelado del chasis en Fusion 360.

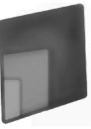


Pruebas Experimentales en Condiciones Controladas

El entorno de pruebas fue diseñado para simular tuberías con un diámetro interno mayor a 30 cm, las cuales deben encontrarse vacías durante la inspección con el fin de garantizar el desplazamiento seguro del sistema y la correcta captura de imágenes. En la Figura 7 se ilustra el entorno que permitió evaluar la función principal del carrito inspector: la detección de fallas estructurales internas.

Figura 7. Entorno de pruebas para el robot.





Durante las pruebas en condiciones de baja iluminación, como se evidencia en la Figura 8, se observó que el sistema presentaba un desempeño parcialmente adecuado. La implementación de técnicas de ecualización adaptativa de histograma (CLAHE) permitió mejorar el contraste de forma moderada en algunas regiones de la imagen; sin embargo, no fue suficiente para compensar completamente las limitaciones impuestas por la falta de luz uniforme dentro de la tubería. Algunas anomalías de baja intensidad o texturas sutiles no fueron detectadas de manera confiable en entornos con sombras pronunciadas.

Esta limitación sugiere la necesidad de integrar un sistema de iluminación complementario, como un anillo de LEDs o luz coaxial, para asegurar una visualización homogénea del entorno inspeccionado. Esta mejora podría optimizar significativamente la precisión del preprocesamiento visual y, en consecuencia, la calidad de las inferencias generadas por el sistema.

Figura 8. Puesta a prueba del robot

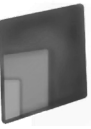


CONCLUSIÓN

El sistema de inspección "PipeCrawler" demostró un desempeño funcional en condiciones controladas, integrando control embebido, sensado remoto y visión artificial en tiempo real. El microcontrolador ESP32 ofreció una plataforma eficiente para la ejecución de comandos de movimiento, lectura de sensores y control de motores, mientras que la Raspberry Pi 5 y la cámara AI Sony IMX500 permitieron procesar e interpretar imágenes con precisión, logrando detectar anomalías visuales mediante técnicas clásicas de visión por computadora e inferencia local.

Sin embargo, durante las pruebas experimentales se identificaron limitaciones relevantes. En condiciones de baja iluminación, el sistema logró mejoras parciales en la calidad de imagen mediante ecualización adaptativa (CLAHE), aunque no fueron suficientes para compensar la falta de iluminación homogénea dentro de la tubería. Esto evidenció la necesidad de incorporar un sistema de iluminación auxiliar, como un anillo de LEDs, para asegurar una visibilidad adecuada en escenarios reales.

Asimismo, se detectaron otras áreas críticas de mejora. Uno de los principales puntos es el módulo GPS. Si bien cumple con su función básica, su falta de precisión impide conocer con exactitud la ubicación de



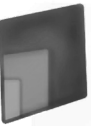
una falla detectada dentro de la tubería, lo cual representa una limitación importante para aplicaciones de georreferenciación precisa. Una solución viable sería la implementación de un GPS de alta precisión, aunque esto implica un aumento en los costos del sistema.

Por otro lado, la autonomía del movimiento del robot también constituye un desafío actual. El sistema aún requiere intervención externa para realizar ciertas acciones. La incorporación de un algoritmo de navegación completamente autónomo, apoyado por encoders para el control de desplazamiento, permitiría mejorar significativamente la eficiencia y reducir la dependencia de operadores humanos.

En conjunto, los resultados obtenidos validan la viabilidad técnica del sistema y establecen una base sólida para su mejora e implementación en entornos industriales, con énfasis en robustecer la percepción visual, la localización precisa y la autonomía operativa del robot.

REFERENCIAS

- Rajendran, S. E., Dinakaran, D., Kuppan Chetty, R. M., Ramya, M. M., & Harris Samuel, D. G. (2022). A review on wheeled-type in-pipe inspection robots. *International Journal of Mechanical Engineering & Robotics Research*, 11(10). <https://www.researchgate.net/publication/363674149>
- Fan, X., & Yu, X. (2023). Machine learning-assisted optimal schedule of underground water pipe inspection. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*, 4, Article 20. <https://doi.org/10.1186/s43065-023-00086-5>
- Saleem, F., Yasin, S., Abbas, S., Ali, M., Shabbir, M., & Malik, M. (2025). Acoustic emission-based pipeline monitoring approach integrating empirical wavelet transform for adaptive frequency analysis. *Sensors*, 25(7), 1825. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11858961/>
- Thung-Od, K., Srichandr, P., Parnichkun, M., & Sooraksa, P. (2022). An in-pipe inspection robot with permanent magnets and omnidirectional wheels. *Applied Sciences*, 12(3), 1226. <https://doi.org/10.3390/app12031226>
- Park, J., Kim, H., Lee, S., & Choi, Y. (2024). Development of a wheel-type in-pipe robot using continuously variable transmission (CVT) mechanisms. *Sensors*, 24(7), 3087. <https://doi.org/10.3390/s24073087>
- Chua, B., Lin, W., & Seet, G. (2014). Performance evaluation of mecanum wheeled omni-directional mobile robot. In *Proceedings of the 31st International Symposium on Automation and Robotics in Construction* (pp. 1-7). https://www.iaarc.org/publications/fulltext/isarc2014_submission_139.pdf
- Wang, N., Zhang, J., & Song, X. (2023). Pipe-Sparse-Net: Pipeline defect segmentation using StyleGAN3 and SparsInst. *Sensors*, 23(12), 12668. <https://doi.org/10.3390/s23122668>



- Alshawji, R., Ferdaus, M. M., Abdelguerfi, M., Niles, K., Pathak, K., & Sloan, S. **IB6** (2024). Imbalance-Aware Culvert-Sewer Defect Segmentation Using an Enhanced Feature Pyramid Network (E-FPN). arXiv preprint. <https://arxiv.org/abs/2408.10181>
- Cuingnet, R., Hervieu, A., & Leconte, R. (2025). Reliable recommendations for CCTV sewer inspections: multi-label image classification to assist defect identification. *Science of the Total Environment*, 928, 173883. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.173883>
- Zhao, X., Liu, H., Li, J., & Sun, Y. (2024). YOLOv5-Sewer: Lightweight sewer defect detection model. *Applied Sciences*, 14(5), 1869. <https://doi.org/10.3390/app14051869>
- Roy, A. S., Hossain, M., Ahmed, R., & Rahman, A. (2024). Attentive-YOLO: On-site water pipeline inspection using a lightweight YOLOv7-based model. In *Proceedings of the 11th International Conference on Pattern Recognition Applications and Methods* (pp. 67-76). <https://www.scitepress.org/Papers/2024/123740/123740.pdf>



AUTOGESTIÓN Y ORGANIZACIÓN SEGÚN GÉNERO EN MYPES DE LA ZONA MAYA

137

Maria del Carmen Chulim López

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto
m.chulim@itscarrillopuerto.edu.mx

Efrén David Turriza Borges

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto

Pedro José Rivero Turriza

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Felipe Carrillo Puerto

Fecha de recepción: 04/04/2026

Fecha de aprobación: 30/04/2026

RESUMEN

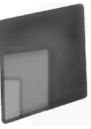
El objetivo de la investigación es determinar la relación existente entre la autogestión y la organización de acuerdo al género en las MYPES de la zona maya para comprender cómo influyen las diferencias individuales y sociales en la estructura interna y el funcionamiento, el método a utilizar es Mixto; en el aspecto cuantitativo es causal comparativa, no experimental, transversal, tiene un alcance correlacional y explicativo, y en el cualitativo de alcance narrativo. El aporte principal es que la diferencia real entre los grupos en cuanto a su capacidad de autogestión y organización no es significativa, sin embargo, se presenta una diferencia en la autogestión principalmente en la inteligencia emocional, aunque es pequeña esta puede ser de gran importancia para comprender los estilos, características y tipos de organizaciones que se pueden construir a partir de esta gestión y como eso impacta en diversas áreas y resultados de estas organizaciones.

Palabras clave: Autogestión, Genero, MYPES, Organización

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the relationship between self-management and organization according to gender in micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs) in the Mayan region, in order to understand how individual and social differences influence their internal structure and functioning. The methodology employed is mixed; the quantitative aspect is causal-comparative, non-experimental, and cross-sectional, with a correlational and explanatory scope, while the qualitative aspect is narrative in scope. The main finding is that the actual difference between the groups in terms of their capacity for self-management and organization is not significant. However, a difference in self-management is present, primarily in emotional intelligence. Although small, this difference can be of great importance for understanding the styles, characteristics, and types of organizations that can be built upon this management approach and how it impacts various areas and outcomes of these organizations.

Keywords: Self-management, Gender, MSMEs, Organization



INTRODUCCIÓN

La importancia de la investigación consiste en la generación de información sobre el comportamiento de las micro y pequeñas empresas (MYPES) en un contexto de manejo de Inteligencia emocional y habilidades directivas en regiones económicas en donde hay pocos datos sobre prácticas sociales, económicas, y la toma de decisiones en entornos específicos, considerando factores como el género de quienes las lideran, sus estilos de organización y sus capacidades de autogestión.

Al analizar diferencias entre grupos, se pueden detectar su estructura organizacional, la diferencia de desempeño entre líderes hombres y mujeres que manejan su pequeña empresa, y así crear estrategias de intervención más equitativas; los hallazgos de esta investigación pueden ser apoyo para emprendedores, información para consultores o especialistas en negocios para optimizar las habilidades de los líderes o dirigentes.

Determina la existencia de la equidad de género en las MYPES al visibilizar el tipo de organización y autogestión que predomina y así promover entornos más inclusivos, se tiene procesos organizativos definidos tienden a tener mayor sostenibilidad y crecimiento (Ibarra-Fretell y Grijalva-Salazar, 2025).

Dentro de la Inteligencia Emocional (I.E.) la autogestión, es considerada como una competencia clave en el liderazgo empresarial, especialmente en entornos de alta incertidumbre como los que enfrentan las MYPES, implica habilidades como la toma de decisiones autónoma, la autorregulación emocional y la gestión del tiempo. Estudios recientes muestran que la autogestión está asociada con mayor productividad, resiliencia y capacidad de adaptación (Franco Medina et al., 2023).

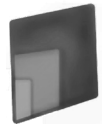
Las micro y pequeñas empresas dirigidas por mujeres se enfocan más a la gestión caracterizados por la cooperación, la adaptabilidad y una atención prioritaria al bienestar del grupo de trabajo. En contraste, con respecto al liderazgo masculino suelen estructurarse de manera más vertical, con énfasis en la productividad y el control operativo. No obstante, independientemente del estilo de gestión, ambos tipos de empresas enfrentan desafíos similares, como la prevalencia de la informalidad, las dificultades para acceder a financiamiento y la necesidad de avanzar en procesos de digitalización (Fuentes Rodríguez et al., 2021).

El vacío del conocimiento sobre esta investigación es el desconocimiento de las problemáticas de las MYPES en la zona maya de Quintana Roo, quienes las están dirigiendo y la falta de existencia de generar relaciones causales.

Por lo que el objetivo de la investigación es determinar la relación existente entre la autogestión y la organización de acuerdo al género en las MYPES de la zona maya para comprender cómo influyen las diferencias individuales y sociales en la estructura interna y el funcionamiento.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

En la zona maya el género sigue siendo predominante para tener un negocio, siendo este una estrategia para proveer un hogar o alternativa para el complemento de un ingreso. De acuerdo con Crecente et al (2022), realizaron un estudio entre el emprendimiento, el género y el comportamiento regional, en donde



se pudo determinar que el género desempeña un rol importante para el emprendimiento. Sobre quien realiza mejor la gestión en las empresas Saavedra y Camarena (2021) investigaron que entre 272 mujeres emprendedoras existen una baja presencia de prácticas de gestión en donde ellas liderean.

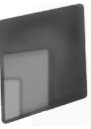
De acuerdo con Güezmes et al (2022), los hombres han podido consolidar su negocio con mayor facilidad porque en las mujeres el financiamiento y las redes de apoyo son limitadas recurriendo a estrategias de subsistencia. Flores Novelo et al. (2021) realizaron un estudio sobre los niveles de éxito y satisfacción laboral de mujeres dueñas de PYMES en Mérida, Yucatán, y las mujeres mayores de 50 años con hijos tienen mayores niveles de satisfacción laboral y personal. Se habla de equidad, igualdad, pero en el ámbito empresarial el aspecto cultural se sigue imponiendo; por otra parte, para equilibrar la participación, actualmente se han abierto alternativas de apoyo enfocados al emprendimiento social, quien decide empezar se enfrenta a diferentes barreras, por lo que solo el apoyo económico no es suficiente. "Las mujeres enfrentan obstáculos significativos como la falta de recursos, habilidades y redes de apoyo, que deben ser abordados mediante políticas públicas y programas específicos" (Molina Barzola et al., 2025, p. 107). Existen programas gubernamentales que son para los emprendedores que están muy limitados y son poco funcionales, por lo que prefieren buscar otras alternativas de financiamiento.

Por esa razón se debe contemplar algunas de las características de los que dirigen las MYPES, uno de los factores que se encuentran dentro de las habilidades directivas es la organización, siendo la base para alcanzar las metas, el clima organizacional y como resultado estar en el mercado; El desarrollo organizacional se encuentra estrechamente vinculado a la capacidad de sus líderes para implementar estrategias resilientes que les permitan adaptarse a entornos cambiantes. Esta resiliencia organizativa facilita el crecimiento sostenido al integrar enfoques multidisciplinarios que capturan la complejidad de la innovación, en respuesta a las transformaciones constantes en los modelos de negocio. En este contexto, la estructura organizacional no solo cumple una función operativa, sino que se convierte en un eje estratégico para la evolución empresarial (Noriega Niño de Guzmán y Farfán Pimentel, 2025).

El correcto manejo de las emociones en determinadas situaciones y el cómo se abordan son cualidades que debe tener un líder, Cardona et al (2023) destacan el impacto de la inteligencia emocional como una habilidad gerencial clave en las organizaciones, al fortalecer la cultura organizacional, motivar a los colaboradores, aumentar la productividad y promover el éxito. La inteligencia emocional representa una ventaja competitiva para los empresarios de MYPES en México, al potenciar su liderazgo, mejorar el clima organizacional y facilitar el crecimiento sostenible. Su integración en los procesos de formación y desarrollo empresarial es clave para fortalecer el tejido económico local.

Uno de los niveles de la inteligencia emocional en que los empresarios se organizan y está vinculado con las múltiples habilidades que deben desarrollar para alcanzar sus metas, surge el concepto de autogestión. Es el propio empresario quien debe establecer su rutina, definir sus niveles de cumplimiento y, como resultado, lograr la satisfacción de sus clientes.

Goleman, et al (2024) mencionan que "la forma en que nos motivamos a nosotros mismos es un tipo de autogestión, el grupo de competencias en el que hoy en día se ubica el logro" (p.86). Con respecto al género hay una investigación que hacen mención de que la habilidad directiva de solución creativa de problemas, desarrollada y puesta en práctica por los directivos —en su mayoría mujeres (64.8%)— ejerce



un impacto del 53% en la competitividad de las pymes ubicadas en el Municipio Benito Juárez, Sonora (Cervantes et al. 2023). "Para que una empresa alcance una competencia central, debe contar con recursos (tangibles e intangibles) únicos, que le permitan explotarla eficientemente de forma diferenciada a los competidores." (Neme-Castillo y Valderrama-Santibáñez, 2023, p. 17).

Existe un factor social negativo en donde se involucran la inteligencia emocional y las habilidades directivas que es la corrupción, Poot Pérez et al. (2022) concretaron un estudio con 396 empresas, sobre la corrupción en la administración en las MYPES en Bacalar, en donde el 5% identificó actos de corrupción que afecta en el desarrollo y autogestión de la región. Esta situación actual desafortunadamente determina el cierre o permanencia en el mercado, como el mismo sistema absorbe y somete en algunas ocasiones a muchos, las habilidades que posee el director en estos momentos influyen en las tomas de decisiones y permiten la consecución de metas u objetivos.

Las cualidades distintivas que se tienen para una mejor dirección de las MYPES son tan importantes para lograr que sea más eficientes y competitivas; creando un ambiente motivador y de armonía evitando el fracaso cuando se inicia un negocio. La forma en que se toma la decisión basados en la autogestión, la organización tendrá mayor impacto si se relaciona con el aspecto ético. Los líderes de las MYPES comprenden que sus decisiones pueden generar impactos positivos o negativos en áreas como la salud ocupacional, la seguridad, el medio ambiente, la calidad de vida de sus colaboradores, el uso ético de tecnologías licenciadas y la implementación de códigos de conducta para prevenir la corrupción (Navarrete Fernández et al., 2022).

El fortalecimiento de vínculos entre empresarios emergentes y consolidados, junto con otros actores del ecosistema emprendedor, puede dinamizar significativamente su funcionamiento. Iniciativas que promueven redes de colaboración y comunidades activas no solo impulsan el desarrollo empresarial, sino que también fomentan el sentido de pertenencia y compromiso entre sus integrantes (Hähnlein et al., 2025). Para que las empresas logren una ventaja competitiva sostenible, es fundamental que integren sus capacidades dinámicas mediante una gestión eficiente de recursos, el fortalecimiento de habilidades internas y la aplicación estratégica del conocimiento organizacional (Esparza et al., 2022).

MÉTODO CUANTITATIVO.

La investigación es de tipo cuantitativa, causal comparativa, no experimental, transversal, tiene un alcance correlacional y explicativo, ya que busca identificar y analizar la relación existente entre la autogestión y la organización en las micro y pequeñas empresas (MYPES) de la zona maya de la Ciudad de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo, considerando el género como una variable de análisis. El enfoque correlacional permite establecer el grado de asociación entre las variables autogestión y organización, mientras que el enfoque explicativo busca comprender si el género influye significativamente en dicha relación.

Este estudio se enmarca en un diseño ex post facto causal comparativo, ya que no se manipulan las variables, sino que se observa cómo el género influye en la relación entre autogestión y organización en las MYPES



La variable Independiente es el género, masculino o femenino u otra identidad según el contexto, la primera variable dependiente es autogestión, que se refiere a la capacidad de dirigir, tomar decisiones; la segunda variable independiente es la organización que está dirigido a la estructura interna, la planificación y los procesos administrativos.

La población, todos los propietarios/as responsables de MYPES en la zona maya de Felipe Carrillo Puerto, la muestra es de 214 cuestionarios (98 mujeres y 116 hombres); tambien se realiza una investigación cualitativa de alcance narrativo quedando las siguientes Hipótesis:

H1= Existe una relación significativa entre la autogestión y la organización según el género en las micro y pequeñas empresas (MYPES) de la zona maya de la Ciudad de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

H0= No existe una relación significativa entre la autogestión y la organización según el género en las micro y pequeñas empresas (MYPES) de la zona maya de la Ciudad de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

Como instrumento se integró un cuestionario, una primera parte que contiene las cuatro dimensiones del libro Optimo rendimiento, empatía e inteligencia emocional (Goleman et al, 2024) enfocándose para esta investigación la autogestión, y una segunda parte conformada por las habilidades directivas en forma específica que es control; de la Red de Estudios Latinoamericanos en Administración y Negocios RELAYN (Peña y Aguilar 2024) dirigido a micro y pequeñas empresas, dirigida a personas quien toma decisiones; se aplica a cualquier organización o negocio con fines de lucro, tratando que tengan diferentes números de trabajadores y que sean de diferentes giros.

Se complemento la investigación con un enfoque cualitativo fenomenológico para comprender a profundidad la relación autogestión y organización en función de su género.

La validez y confiabilidad del cuestionario (Ver tabla 1) es a través del Alfa de Cronbach, Autogestión mostró $\alpha = 0.805$. Organización mostró $\alpha = 0.827$. Valores $\geq .70$ se interpretan como adecuados para investigación aplicada, existiendo consistencia interna suficiente de las escalas en esta muestra.

Tabla 1. Validez y confiabilidad del cuestionario.

Dimensión	Alfa de Cronbach (α)	Interpretación
Autogestión	0.805	Aceptable ($\geq .70$)
Organización	0.827	Aceptable ($\geq .70$)

Fuente: Elaboración propia 2025

RESULTADOS

Esta investigación se baso en un cuestionario y entrevistas, con respecto al primero se realiza de manera estructurada con escala de Llikert, fue adaptado con una sección que abarca la Inteligencia emocional que consta de cuatro secciones que son: Autoconciencia, Autogestión, Conciencia Social e Interacción Social



y la segunda sección que habla de las habilidades Directivas que consta de siete secciones: liderazgo, solución de problemas, comunicación efectiva, iniciativa, creatividad, organización y trabajo en equipo; y orientados para su análisis la autogestión y la organización.

Con respecto a los datos sociodemográficos de los participantes se ejemplifica la distribución de frecuencias asociada al giro de las MYPES participantes. (ver tabla 2)

Tabla 2.Frecuencias del Giro de las MyPES Participantes.

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Industrial	29	13.55	13.55	13.55
	Comercio	135	63.08	63.08	76.63
	Servicio	50	23.36	23.36	100.0
	Total	214	100.0	100.0	
Total		214	100.0		

Fuente: Elaboración propia tomados de los resultados de las encuestas 2024

En donde el 13.55 % pertenecen a empresas de industria, servicio un 23.36 % y predominando con 63.08%e en comercio, el cual 98 son dirigidas por mujeres y 116 por hombres.

Con respecto al análisis comparativo entre hombres y mujeres en las dimensiones de autogestión y organización (Ver tabla 3) se utilizaron los ítems de autogestión que van del punto 3.1.4 sobre el control de paciencia, 3.1.5 engancharse en un problema, 3.1.6 pensar antes actuar, 3.1.7 orgulloso de sus logros, 3.1.8 Iniciativa y 3.1.9 actitud ante la adversidad. Los ítems de habilidades directivas son del 3.2.21 Capacidad de dirigir,3.2.22 las prioridades, 3.2.23 Gestión de tareas importantes y 3.2.24 revisión del sistema de organización; empleando pruebas no paramétricas y coeficiente de confiabilidad del alfa de Cronbach.

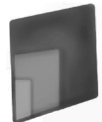
Tabla 3. Análisis comparativo de Autogestión y organización

Escala	Total	Mujeres (M±DE)	Hombres (M±DE)	Prueba	p	Efecto
Autogestión	0.805	4.06 ± 0.45	4.21 ± 0.50	Mann–Whitney U	.005	r_rb = 0.22
Organización	0.827	3.90 ± 0.69	4.05 ± 0.65	Mann–Whitney U	.067	r_rb = 0.14

Fuente: Elaboración propia 2025

En cuanto a las diferencias por género, los resultados muestran que las mujeres (M = 4.06, DE = 0.45) y los hombres (M = 4.21, DE = 0.50) difieren significativamente en autogestión según la prueba U de Mann–Whitney (U = 4437.00, p = .005), con un tamaño de efecto r_rb = 0.22. En organización, las mujeres (M = 3.90, DE = 0.69) y los hombres (M = 4.05, DE = 0.65) mostraron diferencias no significativas (U = 4884.50, p = .067), con un tamaño de efecto r_rb = 0.14.

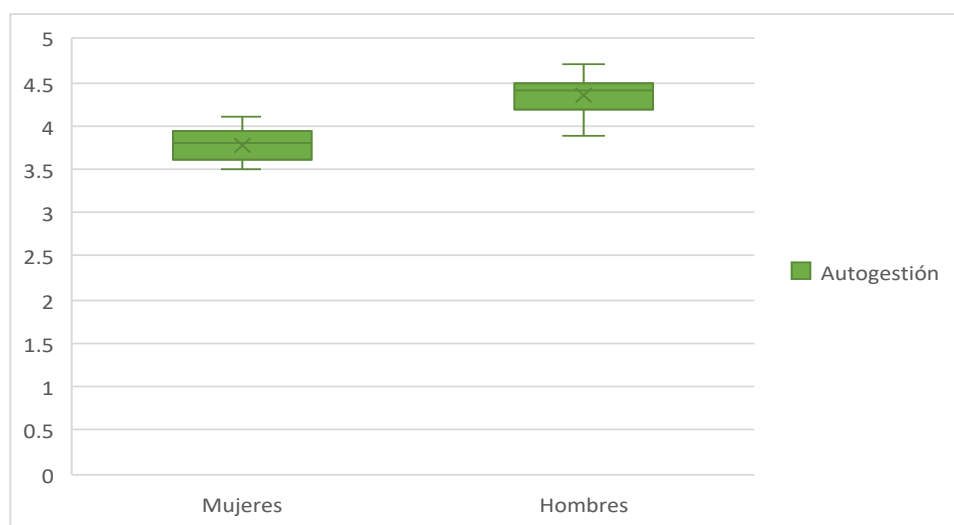
Es importante resaltar que la asociación entre autogestión y organización resultó positiva y altamente significativa tanto en mujeres (r = 0.38, p ylt; .001), como en hombres (r = 0.53, p ylt; .001), y la prueba de Fisher confirmó que no existe diferencia estadísticamente significativa en la fuerza de dicha relación entre



géneros. La comparación entre ambas correlaciones mediante la transformación z de Fisher no mostró diferencias significativas ($z = -1.32$, $p = .188$) lo que indica que la fuerza de la asociación es estadísticamente similar en ambos géneros.

La prueba de hipótesis U de Mann-Whitney, describe los resultados estadísticos para comparar el género de hombre y mujer en cuanto al nivel de autogestión, una dimensión de la inteligencia emocional (Ver figura 1)

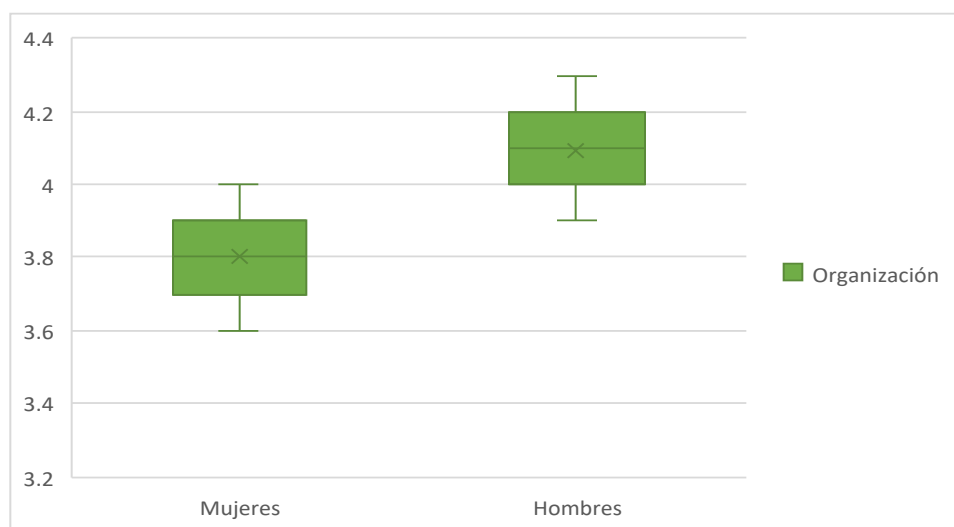
Figura 1 Resultados de la prueba Mann–Whitney U sobre autogestión por género.



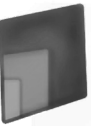
Nota. Se compararon hombres y mujeres en la dimensión de autogestión. La prueba U de Mann–Whitney arrojó un valor de $U = 4437.00$, con $p = .005$, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. El tamaño de efecto rank-biserial fue $r = 0.22$, considerado pequeño a moderado. Elaboración propia.

Posteriormente la prueba estadística utilizada para comparar en género a hombre y mujer en cuanto a su nivel de organización, una de los apartados de Habilidades directivas (Ver Figura 2)

Figura 2 Resultados de la prueba Mann–Whitney U sobre organización por género.



Nota. Se compararon hombres y mujeres en la dimensión de Organización. La prueba U de Mann–Whitney arrojó un valor de $U = 4884.50$, con $p = .067$, lo que indica que no se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre los grupos. El tamaño de efecto rank-biserial fue $r = 0.14$, considerado pequeño. Elaboración propia.



Por lo tanto, se rechaza la H1= Existe una relación significativa entre la autogestión y la organización según el género en las micro y pequeñas empresas (MYPES) de la zona maya de la Ciudad de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo y se acepta la H0= No existe una relación significativa entre la autogestión y la organización según el género en las micro y pequeñas empresas (MYPES) de la zona maya de la Ciudad de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo

Con respecto a los resultados cualitativos de alcance narrativo en el caso de las MYPES, el 80% de los empresarios comentan que antes de tener su negocio han tenido puestos donde se tiene toma de decisiones o control operativo. En caso de las mujeres solo el 60% de las mujeres han tenido puestos de responsabilidades y toma de decisiones; sobre la categorías de la identidad de género la entrevista 7 fue la más significativa "Tuve tres trabajos, y la verdad siempre le daban prioridad a quedarse de responsable a mi compañero que tenía como seis meses de haber entrado y yo llevaba dos años; en el último trabajo la señora se enfermó y era la única que tenía mayor antigüedad y todas éramos mujeres, tenía que doblar turno a veces, y me di cuenta que organizaba mejor que la dueña y eso me animó a que iniciará mi negocio, antes no trabajaba hasta que me separé de mi pareja empecé a trabajar, decía que las mujeres debemos estar en el hogar" mujer de 38 años, madre soltera, Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo.

La entrevista 15, mujer de 35 años, estudiante. Chunchuhub, Quintana Roo. "Considero que para tener mi negocio desde hace tres años requiero mayor capacitación en gestiones ante proyectos con financiamiento, ya que me han hablado de varios programas, pero lo siento muy difícil y me desespero muy rápido y pierdo el interés, estudiar y tener un título no basta, necesito conocer estrategias de como organizarme, no me rinde el día"

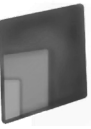
Por lo que se puede referenciar que en factores de organización y autogestión existe deficiencias en las mujeres más que en los hombres y que actualmente se sigue teniendo roles tradicionales de acuerdo al género en donde el hombre es el que provee un hogar.

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación, acerca del desconocimiento de las problemáticas de las MYPES en la zona maya de Quintana Roo, nos ayudan a reducir el vacío de información sobre quienes las están dirigiendo y la falta de existencia de generar relaciones causales.

Se identificó una asociación positiva y estadísticamente significativa tanto en el grupo de mujeres ($r = 0.38$, $p < .001$) como en el de hombres ($r = 0.53$, $p < .001$). Esto implica que, aun cuando el coeficiente es mayor en hombres, no existen evidencias suficientes para afirmar que la relación entre las competencias difiera entre sexos. En consecuencia, puede concluirse que la magnitud del vínculo entre autogestión y organización es básicamente comparable en ambos grupos.

Los hallazgos encontrados sobre autogestión perteneciente a la inteligencia emocional, la variación entre el género, la prueba U de Mann-Whitney arrojó un valor de $U = 4437.00$, con $p = .005$, lo que indica una diferencia estadísticamente significativa, siendo el tamaño del efecto $r=0.22$ que indica que la diferencia



es pequeña, pero con cierta relevancia práctica que permite distinguir a los grupos en cuanto a su nivel de autogestión. En otras palabras, aunque no es una diferencia muy grande, sí hay una tendencia clara que distingue a los grupos en cuanto a su nivel de autogestión como paciencia, el actuar ante situaciones problemáticas, logros iniciativa y la adversidad, el cual es similar al hallazgo encontrado: La capacidad de gestionar las emociones, tanto propias como ajenas, permite a los líderes construir relaciones interpersonales sólidas y promover una comunicación efectiva, elementos esenciales para el éxito colectivo. Como señalan Salguero Barba y García Salguero (2024), la inteligencia emocional en el liderazgo “facilita la comunicación efectiva y fomenta un ambiente de trabajo positivo” (p. 115). Ambos van enfocados a características de un directivo de MYPES.

La organización interna de las micro y pequeñas empresas (MYPES) presenta diferencias relevantes cuando se analiza desde una perspectiva de género. Diversos estudios han evidenciado que las MYPES lideradas por mujeres tienden a adoptar estructuras más colaborativas, flexibles y centradas en el bienestar del equipo, mientras que aquellas dirigidas por hombres suelen enfocarse en modelos jerárquicos y orientados a la eficiencia operativa (Franco Medina et al., 2023). Esto respalda la investigación realizada en donde la comparación entre ambas correlaciones mediante la transformación z de Fisher no mostró diferencias significativas ($z = -1.32$, $p = .188$), lo que indica que la fuerza de la asociación es estadísticamente similar en ambos géneros, por lo que en este año se crean oportunidades para las empresarias de la zona maya.

CONCLUSIONES

No existe una diferencia importante entre los grupos en cuanto a su capacidad de autogestión, lo que sugiere que el grupo de los hombres presentan una leve ventaja en la habilidad para regularse, tomar decisiones autónomas y manejar sus responsabilidades personales.

Prevalece una ligera diferencia entre los grupos de hombres y mujeres en la dimensión de organización, esta no es lo suficientemente fuerte como para considerarse significativa. El tamaño de efecto sugiere una tendencia leve, pero no concluyente, hacia una mejor organización en uno de los grupos.

Varios estudios indican que las mujeres sobresalen en la percepción y comprensión emocional, así como en la empatía y las habilidades sociales vinculadas a las relaciones interpersonales, en cuantos a los resultados de esta investigación presentan la diferencia entre autogestión principalmente en inteligencia emocional, como único diferenciador relevante entre hombres y mujeres de la zona maya de Felipe Carrillo Puerto que dirigen empresas, el hallazgo debe ser profundizado en cuanto si esta diferencia esta condicionado por el origen étnico y cultural que le dan posición diferente a la mujer en el contexto social , político y social.

Las limitaciones que tuvieron más significancia se basan en una de las dimensiones, el tamaño de la muestra puede limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones, también los resultados pueden estar influenciados por factores culturales, económicos o sectoriales propios del entorno en que se realizó el estudio.



Para futuras líneas de investigación, se puede realizar un estudio longitudinal para observar cómo evolucionan las habilidades de autogestión y organización a lo largo del tiempo y en distintos contextos laborales; se debe anexar además del género, la edad o el nivel educativo.

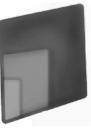
Evaluar el impacto de programas de capacitación en inteligencia emocional y gestión organizacional sobre el desempeño de las MYPES.

REFERENCIAS

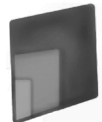
- Cardona-Arbeláez, D., Ramírez-Molinares, C., y Manotas-Haydar, M. C. (2023). Inteligencia emocional: herramienta para la transformación gerencial. *Revista Científica Anfibios*, 6(2), 40–48. <https://doi.org/10.37979/afb.2023v6n2.135>
- Cervantes Hurtado, G., Paredes Zempual, D., Ibarra Morales, L., y Campoy Alvarado, S. (2023). Las habilidades directivas en la competitividad de las pequeñas y medianas empresas de la región sur de Sonora, México. *Ágora de Heterodoxias*, 9(1), 22–37. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7855387>
- Crecente, F., Sarabia, M. & del Val, M.T. The value of entrepreneurship by gender on regional behaviour. *Int Entrep Manag J* 18, 435–453 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11365-021-00777-z>
- Esparza García, I. G., Clark Mendivil, Y., y Sánchez Guerrero, M. (2022). Capacidades dinámicas e innovación: Origen de la competitividad en empresas de servicios turísticos en México. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(Especial 6), 395–411. <https://doi.org/10.31876/rcs.v28i.38854>
- Flores Novelo, A., Arroyo Solís, S. A., y Camacho Gómez, M. D. S. (2021). Éxito y satisfacción laboral en mujeres dueñas de pymes en la ciudad de Mérida, Yucatán. *Hitos de Ciencias Económico Administrativas*, 27(78). 188-205 <https://doi.org/10.19136/hitos.a27n78.4487>
- Franco Medina, J. L., Alfaro Bardales, M. R., Villanueva Figueroa, R. E., y Nieva-Villegas, M. A. (2023). Liderazgo transformacional en las PYMES peruanas: Perspectiva de los trabajadores. *Revista Venezolana de Gerencia*, 28(104) 1794-1808. <https://doi.org/10.52080/rvgluz.28.104.26>
- Fuentes Rodríguez, Y., Barrientos Monsalve, E. J., y Pabón León, J. A. (2021). Liderazgo organizacional: Una revisión sistemática y análisis bibliométrico. *Revista Criterio Libre*, 19(35), 307–325. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2021v19n35.7280>
- Goleman, D., Cherniss, C., y Mora, F. (2024). Óptimo: Rendimiento, empatía e inteligencia emocional. Editorial Kairós.



- Güezmes, A., Scuro, L., y Bidegain, N. (2022). Igualdad de género y autonomía de las mujeres en el pensamiento de la CEPAL. *El Trimestre Económico*, 89(353), 311–338. <https://doi.org/10.20430/ete.v89i353.1416>
- Hähnlein, J., Baum, M., y Durst, C. (2025). Giving something back: How reciprocal motivation drives entrepreneurs to contribute to their entrepreneurial ecosystem. *Small Business Economics*. Volume 66, 451–484 <https://doi.org/10.1007/s11187-025-01110-6>
- Ibarra-Fretell, W. G., y Grijalva-Salazar, R. V. (2025). Hacia una economía plataformizada: El impacto de las plataformas digitales en las MYPEs de Lima, Perú. *AiBi Revista de Investigación, Administración e Ingeniería*, 13(1) 67–74. <https://doi.org/10.15649/2346030X.3530>
- Molina Barzola, M., Laguna-Sánchez, P., Segovia-Pérez, M., y Sorhegui Ortega, R. (2025). Rol del emprendimiento femenino en el desarrollo rural con enfoque de lo local en Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales*, 31(3), 96–111. <https://doi.org/10.31876/rcs.v31i.43987>
- Navarrete Fernández, A. C., Sandoval López, S. K., Guerrero Ramírez, M. S., y Trejo García, L. (2022). La responsabilidad social corporativa en el desarrollo de la MYPE 4.0 de San Juan del Río, Querétaro, México. *Revista RELAYN Micro y Pequeña Empresa en Latinoamérica*, 6(2) 34–47. <https://doi.org/10.46990/relayn.2022.6.2.581>
- Neme-Castillo, O., y Valderrama-Santibáñez, A. L. (2023). Análisis de las competencias núcleo y el desarrollo empresarial en las MIPES. *Revista CEA*, 9(18), 1–15. <https://doi.org/10.22430/24223182.2130>
- Noriega Niño de Guzmán, C. A., y Farfán Pimentel, J. F. (2025). El desarrollo organizacional en las micro, pequeñas y medianas empresas (PYMEs): una revisión sistemática. *Impulso*, 5(9), 204–220. <https://doi.org/10.59659/impulso.v.5i9.74>
- Peña, N. y Aguilar O. (2024). Planteamiento metodológico para analizar los predictores del rendimiento académico de los estudiantes universitarios latinoamericanos. *Predictores del Rendimiento Académico Universitario: Explorando Motivación, Estilos de Aprendizaje, Compromiso y Satisfacción. Resultados de una investigación en Latinoamérica*. (1a ed., vol. 1, pp. 17–31). iQuatro Editores
- Poot-Delgado, C. A., Rendon-Von Ostén J. Y Okolodkov Y(2025), Annual cycle of potentially harmful phytoplankton in the coastal waters of Campeche, southern Gulf of Mexico, *Regional Studies in Marine Science*, Volume 89, 2025, 104392, ISSN 2352-4855, <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2025.104392>



- Saavedra García, M. L., y Camarena Adame, M. E. (2021). La gestión en las **IB** empresas dirigidas por mujeres. *Equidad y Desarrollo*, 37, 75–97. <https://doi.org/10.19052/eq.vol1.iss37.4>
- Salguero Barba, N. G., y García Salguero, C. P. (2024). Inteligencia emocional y liderazgo en las organizaciones. *Revista Latinoamericana de Administración*, 5(6), 112–130. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i6.2990>



IDENTIFICACIÓN DE ÁREAS DE OPORTUNIDAD PARA EMPRENDEDORES DESDE LA PERSPECTIVA DE LA ECONOMÍA CIRCULAR Y EL ODS 8 Y 12: ANÁLISIS DEL CASO COSILILIANA

19

Julia Rivera Moreno
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
julia.rm@veracruz.tecnm.mx

Rubí Rivas Gutiérrez
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
m25023036@veracruz.tecnm.mx

Manuel Rivera Moreno
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
manuel.rm@veracruz.tecnm.mx

Daniela Guadalupe Zúñiga Rivera
Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Veracruz
daniela.zr@veracruz.tecnm.mx

Fecha de recepción: 10/04/2026
Fecha de aprobación: 30/04/2026

RESUMEN

La industria de la moda representa uno de los sectores con mayor impacto ambiental debido al elevado consumo de recursos y la generación de residuos textiles. En este contexto, la economía circular surge como una alternativa orientada al aprovechamiento de materiales y la reducción del desperdicio. El presente estudio tuvo como objetivo identificar áreas de oportunidad para emprendedores desde la perspectiva de la economía circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, mediante el análisis del caso Cosililiana, un emprendimiento enfocado en la elaboración de productos artesanales con mezclilla reutilizada.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y descriptivo, utilizando como técnica el análisis del contenido digital compartido en el canal de YouTube del emprendimiento. Entre los principales hallazgos se identificaron prácticas de reutilización textil, estrategias de difusión digital y oportunidades relacionadas con el crecimiento e innovación del emprendimiento. Así mismo, el caso presenta relación con principios de economía circular y con los ODS 8 y 12. De forma general se concluye que el caso evidencia como los pequeños emprendimientos pueden contribuir a prácticas de producción y consumo responsables, así como al impulso del emprendimiento sostenible y el crecimiento económico.

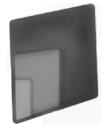
Palabras Clave: Economía Circular, Emprendimiento Sostenible, Plataformas Digitales, Mezclilla.

ABSTRACT

The fashion industry represents one of the sectors with the greatest environmental impact due to its high resource consumption and the generation of textile waste. In this context, the circular economy emerges as an alternative focused on the reuse of materials and the reduction of waste. This study aimed to identify areas of opportunity for entrepreneurs from the perspective of the circular economy and the Sustainable Development Goals, through the analysis of the Cosililiana case, a business focused on the production of handcrafted goods using repurposed denim.

The research was conducted using a qualitative and descriptive approach, employing the analysis of digital content shared on the business's YouTube channel. Among the main findings were identified textile reuse practices, digital dissemination strategies, and opportunities related to the business's growth and innovation. Likewise, the case relates to circular economy principles and SDGs 8 and 12. In general, it is concluded that the case demonstrates how small businesses can contribute to responsible production and consumption practices, as well as to the promotion of sustainable entrepreneurship and economic growth.

Keywords: Circular Economy, Sustainable Entrepreneurship, Digital Platforms, Denim.



INTRODUCCIÓN

Hoy en día el consumo textil es uno de los grandes propulsores de la contaminación a nivel mundial. Las aguas residuales generadas por la industria presentan altos niveles de alcalinidad, así como elevadas concentraciones de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno) Y SDT (Sólidos Disueltos Totales). Si no reciben un tratamiento adecuado antes de ser descargadas, pueden ocasionar diversos impactos ambientales. Además, esta industria también contribuye a la contaminación del aire, ya que durante el procesamiento, hilado y tejido de las fibras se producen partículas de polvo y pelusa que afectan negativamente el ambiente laboral (Bhatia & Devraj, 2017).

En concordancia con lo anterior los emprendimientos sostenibles toman relevancia, (Stahel, 2016) establece que la Economía Circular (EC) representa un modelo de desarrollo económico que surge como alternativa a la economía lineal capitalista predominante, considerada actualmente insostenible. Este enfoque busca impulsar un sistema cíclico basado en la extracción, transformación, distribución, uso y recuperación de materiales y energía presentes en los productos y servicios disponibles en el mercado.

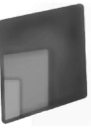
En este contexto, diversos emprendimientos han empezado a tomar conciencia del impacto positivo que pueden generar al comercializar sus productos, especialmente cuando estos están realizados con materiales reciclados, tal es el caso de Cosililiana, una emprendedora y creadora de contenido del Puerto de Veracruz, México que realiza productos de mezclilla reutilizada, entre sus principales productos se encuentran los monederos y bolsos en diversos modelos. Así mismo cuenta con un canal de YouTube bajo el mismo nombre donde comparte tutoriales explicando el paso a paso de sus creaciones.

De esta forma el análisis de casos locales como el de Cosililiana visibiliza la importancia de implementar economías más sostenibles, es por eso que el objetivo del presente artículo es identificar áreas de oportunidad para los emprendedores desde la perspectiva de la EC y de los ODS 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico) Y 12 (Producción y Consumo Responsable).

PROBLEMÁTICA

En palabras de Luis Miguel Artieda Aramburu, director estratégico de Latitud R para (DW Español, 2025) señala que: "Actualmente, más del 40% de los residuos generados en el continente terminan dispuestos inadecuadamente, o bien en vertederos informales a cielo abierto, o bien directamente arrojados en descampados". Desde esta perspectiva, (Benavides-Sánchez et al., 2022) establece que en los últimos diez años el Emprendimiento Sostenible (ES) se ha transformado en un modelo novedoso para diversos proyectos, productos, servicios y procedimientos lo que ha originado que la (ONU, 2015) contemple este modelo económico como un elemento fundamental.

Aunado a lo anterior (Chaluisa et al., 2022) menciona que el análisis de los aspectos sociales, económicos y ecológicos resulta importante para el emprendimiento sostenible, ya que permite que los emprendedores consideren los cambios y tendencias presentes en estos ámbitos con el fin de fortalecer sus capacidades



para identificar nuevas oportunidades y posibilidades de desarrollo. Por consiguiente, la problemática que se identifica en la presente investigación se relaciona principalmente con la contaminación generada por los desechos textiles y por las limitaciones que los emprendimientos sostenibles enfrentan, como el desconocimiento del entorno así como por el no saber en qué emprender.

Objetivos

Objetivo General: Establecer áreas de oportunidad para emprendimientos sostenibles mediante el análisis del caso Cosililiana desde la perspectiva de la economía circular y los ODSs 8 y 12.

Objetivos específicos:

- o Observar las prácticas de reutilización implementadas por Cosililiana
- o Relacionar el emprendimiento con principios de EC.
- o Seleccionar las estrategias aplicadas y potenciales de innovación y crecimiento
- o Examinar el uso de plataformas digitales para la difusión del emprendimiento y el fomento de la EC.
- o Distinguir la relación del caso con los ODS 8 Y 12

Pregunta de Investigación

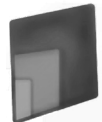
¿Qué áreas de oportunidad pueden establecerse en el caso Cosililiana desde la perspectiva de la EC y los ODSs 8 y 12?

JUSTIFICACIÓN

La importancia de la presente investigación recae en diversos factores, el primero es la creación de conciencia social acerca de los beneficios que conlleva tanto la EC como el ES ya que de acuerdo con (Milano et al., 2021) la situación ambiental actual hace necesaria la promoción de la alfabetización ambiental, con el propósito de generar mayor conciencia sobre las problemáticas ecológicas, reducir la distancia entre el conocimiento especializado y la sociedad, así como fomentar que las personas tomen decisiones informadas y participen activamente en la protección del medio ambiente y el bienestar social.

En segunda instancia, el emprendimiento social no únicamente busca satisfacer objetivos personales de realización, sino que también está impulsado por motivaciones enfocadas en el bienestar colectivo. Esta característica lo distingue de otros tipos de emprendimiento orientados principalmente al beneficio propio y ayuda a comprender por qué muchas de estas iniciativas continúan desarrollándose incluso en escenarios difíciles, donde las recompensas externas pueden ser limitadas o inciertas (Gavilán, 2025).

De acuerdo con la (Organización de las Naciones Unidas, s.f.) otro aspecto relevante que justifica la presente investigación es la relación que esta tiene con los ODSs 8 (Trabajo Decente y Crecimiento Económico) y 12 (Producción y consumo responsable). Ya que impacta específicamente a las siguientes metas de cada uno de los ODSs respectivamente:



“ODS 8: 8.3 Promover políticas orientadas al desarrollo que apoyen las actividades productivas, la creación de puestos de trabajo decentes, el emprendimiento, la creatividad y la innovación, y fomentar la formalización y el crecimiento de las microempresas y las pequeñas y medianas empresas, incluso mediante el acceso a servicios financieros.

ODS 12: 12.5 De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización.”

En función de lo expuesto, la importancia de la investigación y análisis de este caso recae en la generación de conciencia social en cuanto a emprendimientos sostenibles y que contribuyan al cuidado del medio ambiente, al impulso de la mejora económica con un enfoque en el bienestar colectivo que participe en logro de los ODSs pero que a su vez logre servir de referencia para los emprendedores actuales o futuros que busquen integrarse a este modelo de negocio sostenible.

MARCO TEÓRICO

Economía Circular

Tal como menciona el (Parlamento Europeo, 2021):

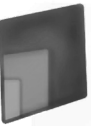
“La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar, y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende”

En esta misma línea es importante mencionar los principios por los cuales se rige la EC de acuerdo con la (Ellen MacArthur Foundation, 2015):

- 1.- El primer principio consiste en preservar y fortalecer el capital natural mediante el control de los recursos limitados y el equilibrio en el uso de recursos renovables, por ejemplo, sustituyendo combustibles fósiles por energías renovables o devolviendo nutrientes a los ecosistemas naturales.
- 2.- El segundo principio busca maximizar el aprovechamiento de los recursos al mantener productos, componentes y materiales en circulación durante el mayor tiempo posible, tanto en ciclos técnicos como biológicos. Esto se puede lograr mediante prácticas, como compartir productos, reutilizarlos o prolongar su vida útil.
- 3.- El tercer principio se enfoca en mejorar la eficiencia del sistema reduciendo o eliminando impactos negativos asociados al uso de recursos, entre ellos la contaminación del agua, aire, suelo y acústica, así como el cambio climático, las sustancias tóxicas y los daños a la salud humana.

Emprendimientos sostenible y ODSs

El emprendimiento sostenible se caracteriza principalmente por el desarrollo de innovaciones sostenibles orientadas a un mercado amplio, con el propósito de generar beneficios para la sociedad. Desde la perspectiva ambiental, los emprendedores y empresas que enfocan sus actividades en promover mejoras ecológicas pueden considerarse sostenibles, ya que crean productos, servicios, técnicas y formas de organización que contribuyen a disminuir significativamente el impacto sobre el ecosistema y a mejorar la calidad de vida (Schaltegger & Wagner, 2011).



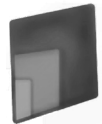
En relación a lo anterior, de acuerdo a (Pacto Mundial ONU España, s. f.) a el ODS 8 busca promover un crecimiento económico constante, inclusivo y sostenible que beneficie a toda la población sin afectar al medio ambiente. Para lograrlo, es necesario generar empleos dignos, especialmente para mujeres, jóvenes y grupos vulnerables, mediante políticas laborales sostenibles, la eliminación del trabajo infantil y forzoso, el impulso al emprendimiento y la innovación así como la protección de los derechos laborales y la igualdad de oportunidades. De esta manera, se pretende aumentar el bienestar y el empleo de calidad en la sociedad. Por otro lado, (Pacto Mundial ONU España, s. f.) b el ODS 12 busca transformar los actuales patrones de producción y consumo mediante un uso más responsable y eficiente de los recursos naturales. Para ello, promueve acciones orientadas a reducir el desperdicio de alimentos, fomentar el manejo sostenible de productos químicos y disminuir la generación de residuos.

Industrial textil y residuos

Según datos de (Organización de las Naciones Unidas, 2025) la industria de la moda es considerada una de las actividades más contaminantes a nivel mundial, ya que genera aproximadamente el 8% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Además, requiere un elevado consumo de agua, estimado en 215 billones de litros cada año, cantidad comparable al volumen de millones de piscinas olímpicas, así como el uso de numerosos productos químicos, varios de ellos perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente. A pesar de este impacto ambiental, la producción y el desecho de prendas continúan aumentando aceleradamente debido a modelos de negocio enfocados en la rapidez y el consumo desechable más que en la sostenibilidad. Ante esta situación, especialistas señalan que entender la vida útil de la ropa podría contribuir significativamente a la reducción de emisiones contaminantes, alcanzando disminuciones cercanas al 44%.

En relación con lo anterior (Granados & Chavez, 2021) mencionan que la llamada cultura del fast fashion hace que las marcas produzcan rápidamente nuevas colecciones basadas en tendencias para mantener el interés del consumidor. Como consecuencia, muchas personas sienten la necesidad de adaptarse a los estándares de la moda, lo que incrementa considerablemente las ganancias de la industria. Sin embargo, este modelo también contribuye al aumento de la contaminación ambiental, debido a que la alta demanda requiere la fabricación masiva de prendas elaboradas con materiales de baja calidad. Además, gran parte de esta producción se realiza bajo condiciones de explotación laboral o trabajo forzado en países como China y Bangladesh, donde las condiciones laborales y sanitarias suelen ser deficientes. Esto permite que las prendas se comercialicen a precios bajos, favoreciendo mayores beneficios económicos para las empresas.

Durante las distintas fases de producción de la mezclilla se emplean sustancias químicas tóxicas que generan residuos peligrosos liberados al medio ambiente, principalmente mediante aguas residuales. Entre los principales contaminantes se encuentran los colorantes y productos químicos utilizados en el teñido, los cuales contienen metales pesados como plomo, cromo, cadmio, cobre y níquel. Estas sustancias pueden afectar órganos como los riñones y el sistema nervioso, además de provocar daños en la piel, alteraciones en los sistemas inmunológico y vascular, así como enfermedades graves, incluidos defectos congénitos y cáncer (Periyasamy & Militky, 2017).



You Tube y el Emprendimiento

Desde una perspectiva tecnológica, You Tube ha representado una herramienta importante para el desarrollo de aprendizajes informales mediante dispositivos como computadoras, tabletas y, especialmente, teléfonos inteligentes, los cuales funcionan como nuevos apoyos pedagógicos (Kim et al., 2013; Mansour, 2016). En relación al caso Cosililiana, You Tube se manifiesta como un modelo de negocio que funciona como un espacio colaborativo y como intermediario en el mercado de productos y contenidos informativos, permitiendo la conexión entre distintos grupos de usuarios bajo determinados marcos regulatorios (Valderrama & Velasco, 2018).

METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y fue considerada como un estudio de caso descriptivo, debido a que se buscó establecer las áreas de oportunidad mediante el análisis de prácticas sostenibles implementadas en el emprendimiento de Cosililiana desde la perspectiva de la EC Y los ODS 8 y 12.

Las técnicas de recolección de información implementadas fueron: la observación y análisis del contenido del canal de You Tube, se tomaron en cuenta vistas, comentarios, las acciones sostenibles implementadas así como el impulso de emprendimiento hacia los suscriptores.

De igual manera, se realizó una revisión de literatura relacionada con la EC, ES, la contaminación y reutilización textil, así como la utilización de plataformas digitales. Finalmente, los datos obtenidos fueron analizados de manera descriptiva e interpretativa, relacionando los hallazgos con conceptos y teorías encontradas en la revisión documental.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prácticas de reutilización implementadas por Cosililiana

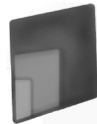
Se analizaron cuatro de los videos más vistos del canal de You Tube de Cosililiana para identificar las practicas sostenibles en el emprendimiento de la realización de productos de tela con mezclilla reciclada. La selección de estos videos se justifica en el alcance que estos tienen debido a que representan las acciones y estrategias con mayor impacto en la audiencia.

Título del video: "BOLSO HECHO A MANO CON JEANS RECICLADOS / PASO A PASO" (317,479 visualizaciones)

Link del video: https://youtu.be/9sRpg0kZ2eM?si=xQd_mzJqce2Ox0Hm

Materiales Reutilizados: Tela de Jeans de mezclilla reciclada.

Formas de Reutilización: Transformación de la tela de jeans de mezclilla en bolsos.



Procesos Observados:

- o La tela obtenida es de la recuperación de jeans en desuso.
- o La tela de mezclilla esta previamente lavada para su uso posterior.
- o Para aprovechar al máximo la tela de mezclilla, el pantalón se corta desde la costura.
- o Las etiquetas de los jeans de mezclilla son descosidos para ser utilizados en el diseño de los bolsos.
- o Se adapta la tela a patrones de medidas específicas para la elaboración de bolsos.
- o Para la creación del fondo del bolso se cosen retazos de mezclilla pequeños para aprovechar al máximo este material.
- o Se utiliza mezclilla de diferente color para crear formas y que estas sirvan para el diseño del frente del bolso, aprovechando al máximo el material.

Título del Video: "Hecho con retazos / Zapatito Monedero" (186.975 visualizaciones)

Link del video: <https://youtu.be/pLHautLa9Q0?si=IWPa6cYRVVzWEkty>

Materiales Reutilizados: Retazos de tela de Jeans de mezclilla reciclada, retazos de fieltro y popelina (sobrantes) de proyectos anteriores.

Formas de Reutilización: Transformación de retazos de tela de mezclilla, fieltro y popelina en monederos en forma de zapato pequeño.

Procesos Observados:

- o La tela obtenida es de la recuperación de retazos de jeans en desuso por proyectos anteriores.
- o La tela de mezclilla esta previamente lavada para su uso posterior.
- o Para aprovechar al máximo la tela de mezclilla se utilizan los retazos de diferentes colores para combinar los diseños.
- o Se adapta la tela a patrones de medidas específicas para la elaboración de monederos.
- o Los moldes obtenidos de los retazos de fieltro y popelina se utilizan para la estructura y forro del monedero respectivamente.
- o Los retazos de popelina se utilizan para la elaboración de moños pequeños colocados al frente del monedero, los cuales sirven para su diseño.

Título del video: "BOLSO CIRCULAR IDIYI Con jeans recicladosl Crea y vende" (110.245 visualizaciones)

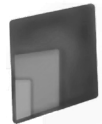
Link del video: https://youtu.be/_sLK6aA0Qdl?si=iWq9PNsR_j1Ehi2S

Materiales Reutilizados: Tela de Jeans de mezclilla, bolsillos de jeans de mezclilla sobrantes de proyectos anteriores.

Formas de Reutilización: Transformación de la tela de jeans de mezclilla en bolsos y la utilización de los bolsillos de los jeans para el diseño frontal del modelo.

Procesos Observados:

- o La tela obtenida es de la recuperación de jeans en desuso.
- o Se menciona que la tela de mezclilla esta previamente lavada para su uso posterior
- o Para aprovechar al máximo la tela de mezclilla, el pantalón se corta desde la costura y se utilizan bolsillos sobrantes de jeans que ya han sido utilizados para proyectos anteriores.
- o Se adapta la tela a patrones de medidas específicas para la elaboración del bolso.
- o Se bordan diseños a mano en el bolsillo de los jeans de mezclilla para el modelo del bolso.



Las practicas identificadas en estos videos demuestran la contribución medioambiental que se realiza en este emprendimiento, esto debido a la maximización del aprovechamiento en el uso de los materiales, lo que deriva en una reducción de contaminantes de residuos textiles asi como en la participación indirecta de la ralentización de las producciones masivas de ropa o de materiales de tela.

Relación del emprendimiento con los principios de la Economía Circular

De acuerdo con los principios de la EC, el caso Cosililiana presenta diversas acciones relacionadas con el aprovechamiento responsable de la mezclilla. En relación con el primer principio, la reutilización de pantalones en desuso contribuye a disminuir la demanda de nuevos materiales y al cuidado de recursos utilizados en la fabricación de la tela, como el algodón y diversos componentes químicos. Respecto al segundo principio, el emprendimiento aprovecha al máximo partes de los pantalones como bolsillos, botones y etiquetas, prolongando la vida útil de la mezclilla mediante la creación de nuevos productos artesanales. Finalmente, el tercer principio se relaciona con la reducción de residuos textiles y la disminución de impactos ambientales derivados de la producción y desecho de la mezclilla, promoviendo practicas sostenibles frente al consumo acelerado.

Estrategias aplicadas y potenciales de innovación y crecimiento

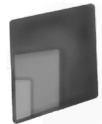
A continuación, se establecen las estrategias de innovación y crecimiento a partir del análisis del caso Cosililiana.

Estrategias ya implementadas:

- Innovación con materiales reciclados.
- Creación de diseños personalizados y artesanales, lo cual contribuye al valor agregado del producto.
- Creación de un canal de You Tube en donde se explique el paso a paso en la creación de los productos. La creación de contenido en You Tube también permite la monetización, lo cual representa un ingreso extra mensual.
- Promoción del canal de You Tube en Facebook con videos cortos y en formato vertical enlazando los tutoriales completos. La creación de contenido en Facebook también permite la monetización, lo cual representa un ingreso extra mensual.
- Alcance global en la enseñanza de la creación de proyectos de tela. Esto contribuye a visibilizar la causa sostenible que se aborda. El canal Cosililiana, llega a diversos países de habla hispana, entre ellos (Colombia, España, Argentina y Chile) esto de acuerdo a los comentarios de los videos más vistos.
- Visibilidad de los productos ofrecidos para los clientes locales, mediante You Tube y Facebook.

Estrategias potenciales para crecimiento futuro:

- Implementación de Comercio electrónico para diferentes zonas del Estado de Veracruz, a nivel nacional o internacional.
- Impartición de cursos presenciales en organismos públicos para el fomento del emprendimiento.
- Participación en exposiciones, congresos y/o mercados locales, estatales o de nivel nacional.



- Adquisición de ropa de segunda mano para la realización de estos productos, considerando diversos tipos de tela para expandir la variedad de diseños. Esto puede ser a través de campañas de donación o compra en tianguis.

Uso de las plataformas digitales para la publicidad de productos y el fomento de la Economía Circular

El canal Cosililiana cuenta con más 73,000 seguidores en You Tube y más de 57,000 seguidores en Facebook. La temática de su contenido se centra en la realización de proyectos de tela reciclada (bolsos, monederos, carteras, neceseres, cosmetiqueras, adornos navideños, llaveros, entre otros modelos útiles para la vida diaria), así mismo en sus más de 300 videos impulsa a sus suscriptores y seguidores en Facebook a emprender con la elaboración de estos productos utilizando materiales reciclados como las telas de mezclilla de pantalones en desuso o cualquier tela sobrante con la que se cuente.

Se comparte el link del canal de You Tube y la página de Facebook:

You Tube: https://youtube.com/@cosililiana?si=k1_-L5CnmrBr47Ya

Facebook: <https://www.facebook.com/profile.php?id=61575470739707>

La descripción del canal menciona (Cosililiana, s.f.): "En este canal encontrarás proyectos de costura, fáciles de realizar reciclando tela de jeans de mezclilla y aprovechando al máximo cada retazo de tela. Te impulso a crear y a emprender! Creando sueños con hilo y aguja"

En este sentido, la labor ambiental de Cosililiana va más allá de la difusión de sus productos, ya que las plataformas digitales funcionan tanto como un medio de promoción local como una herramienta educativa. A través de los tutoriales compartidos, los seguidores adquieren habilidades de costura y conocimientos básicos para emprender con pocos recursos, facilitando el acceso al aprendizaje y al emprendimiento sostenible para personas con limitaciones económicas.

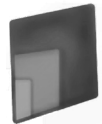
Relación del caso Cosililiana con el ODS 8 Y 12

El caso Cosililiana presenta relación con el ODS 8 Y 12 al fomentar el emprendimiento, la creatividad y el crecimiento económico mediante practicas sostenibles difundidas a través de plataformas digitales como You Tube y Facebook. A través de la reutilización de mezclilla y otros materiales textiles, el emprendimiento contribuye a la extensión de la vida útil de recursos considerados desechos, promoviendo hábitos de producción y consumo responsables.

Asimismo, el caso funciona como un ejemplo de emprendimiento sostenible que impulsa alternativas frente a problemáticas como el fast fashion y el deterioro ambiental, al mismo tiempo que motiva a otras personas a emprender mediante modelos de negocio accesibles y orientados al aprovechamiento responsable de materiales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

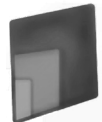
El análisis del caso Cosililiana permitió identificar diversas áreas de oportunidad relacionadas con el aprovechamiento integral de la mezclilla y otros retazos textiles mediante prácticas de reutilización y diseño



artesanal. Asimismo, se reconocieron estrategias de innovación y crecimiento vinculadas con el uso de materiales reciclados, diseños personalizados y el uso de plataformas digitales como YouTube y redes sociales para la difusión del emprendimiento. También se identificaron oportunidades potenciales relacionadas con el comercio electrónico, cursos presenciales, participación en exposiciones y campañas de donación de ropa. En este sentido, se concluye que el caso evidencia como los pequeños emprendimientos pueden contribuir a prácticas de producción y consumo responsables, así como al impulso del emprendimiento sostenible y el crecimiento económico. Finalmente, se recomienda que futuras investigaciones analicen otros modelos de negocio sostenibles y estudien estos emprendimientos desde la perspectiva de género.

REFERENCIAS

- Benavides-Sánchez, E. P., Moya-Clemente, I., & Ribes-Giner, G. (2022). Sustainable entrepreneurship and sustainable development goals: a bibliometric analysis. *Tec Empresarial*, 16(1), 101-122.
- Bhatia, S. C., & Devraj, S. (2017). Pollution control in textile industry. WPI publishing.
- Chaluja, S., Villa, L., & Maldonado, S. (2022). Oportunidades en el emprendimiento sostenible: Un análisis comparativo post-pandemia. *Polo Del Conocimiento*, 66(1), 510-528. doi: <https://doi.org/10.23857/pc.v7i1.34>
- Cosililiana. (s.f.). Cosililiana [Canal de YouTube]. YouTube. <https://www.youtube.com/@Cosililiana/videos>
- DW Español. (2025, 29 de marzo). Cero desechos en América Latina: ¿realidad o utopía? <https://www.dw.com/es/cero-desechos-en-am%C3%A9rica-latina-realidad-o-utop%C3%ADa/a-72078346>
- Ellen MacArthur Foundation. 2015. Growth within: a circular economy vision for a competitive Europe. Ellen MacArthur Foundation
- Gavilán, P. (2025). Emprendimiento social, motivaciones y políticas públicas. Políticas públicas para el cambio social. Innovar para transformar, Fundación Carolina.
- Granados, M. L. P., & Chavez, M. T. A. (2021). Fast Fashion: ¿moda o contaminación?. *Jóvenes en la ciencia*, 12, 1-8.
- Kim, D., Rueckert, D., Kim, D. J., & Seo, D. (2013). Students' perceptions and experiences of mobile learning.
- Mansour, E. (2016). Use of smartphone apps among library and information science students at South Valley University, Egypt. *The Electronic Library*, 34(3), 371-404.
- Milano, A. M. F., Ramírez, P. N., Pirondo, A., Casco, S. L., Inda, M. C., & Boyeras, M. (2021). La Educación Ambiental: hacia un enfoque socioecológico.



- ONU. (2015). Resolución: Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el **159** Desarrollo Sostenible. Comunidad y Salud, 13(2), 1–2.
- Organización de las Naciones Unidas. (2025, 29 de marzo). La moda rápida alimenta la crisis mundial de los residuos. Noticias ONU. <https://news.un.org/es/story/2025/03/1537631>
- Organización de las Naciones Unidas. (s.f.). Objetivos de Desarrollo Sostenible. Naciones Unidas. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/sustainable-development-goals/>
- Pacto Mundial ONU España. (s. f.) a. ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico. Recuperado el 23 de mayo de 2026, de <https://www.pactomundial.org/ods/8-trabajo-decente-y-crecimiento-economico/>
- Pacto Mundial ONU España. (s. f.) b. ODS 12: Producción y consumo responsables. Recuperado el 23 de mayo de 2026, de <https://www.pactomundial.org/ods/12-produccion-y-consumo-responsables/>
- Parlamento Europeo (2021). Economía circular: definición, importancia y beneficios. <https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/economy/20151201STO05603/economia-circular-definicion-importancia-y-beneficios>
- Periyasamy, A. P., & Militky, J. (2017). Denim processing and health hazards. In Sustainability in denim (pp. 161-196). Woodhead Publishing.
- Schaltegger, S., & Wagner, M. (2011). Sustainable Entrepreneurship and Sustainability Innovation: Categories and Interactions. Business Strategy and the Environment, 237(July 2010), 222-237. doi:10.1002/bse.682
- Stahel, W. R. (2016). "Circular Economy," Nature, pp. 6–9. Recuperado de: <https://www.nature.com/news/the-circulareconomy-1.19594>.
- Valderrama, M., & Velasco, P. (2018). ¿ Programando la creación? Una exploración al campo socio-técnico de YouTube en Chile. Cuadernos. info, (42), 39-53.