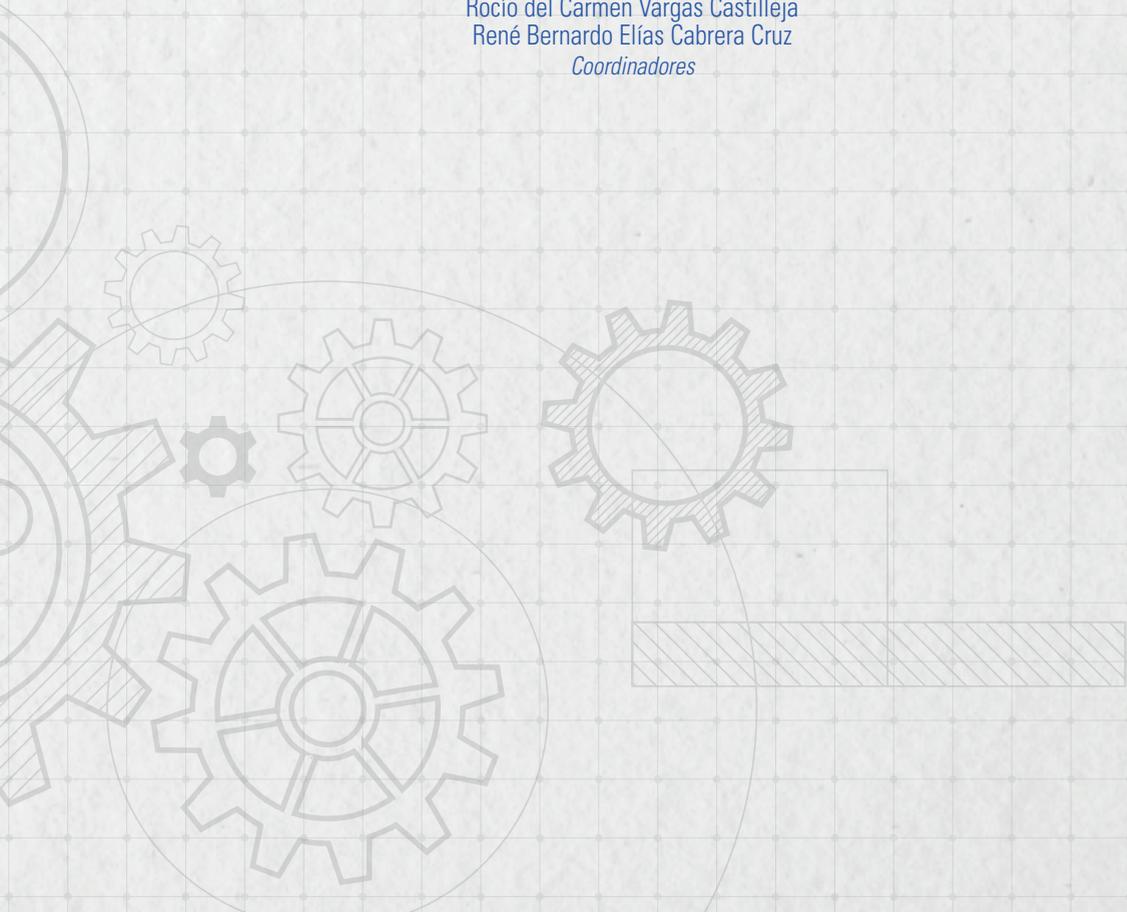


**INGENIERÍA APLICADA**  
en el **NORESTE** de **MÉXICO**

Ricardo Tobías Jaramillo  
Rocío del Carmen Vargas Castilleja  
René Bernardo Elías Cabrera Cruz  
*Coordinadores*





# La ingeniería aplicada en el noreste de México

---

La ingeniería aplicada en el noreste de México / Ricardo Tobías Jaramillo, Rocío del Carmen Vargas Castilleja y René Bernardo Elías Cabrera Cruz, coordinadores.—Cd. Victoria, Tamaulipas : Universidad Autónoma de Tamaulipas ; Ciudad de México : Editorial Fontamara , 2022.  
199 págs. ; 17 x 23 cm.

1. JNM - Enseñanza superior, estudios avanzados  
LC: TA350 I5.4 2022 DEWEY: 607 - Educación. investigación. temas relacionados con la tecnología

---

Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Matamoros SN, Zona Centro  
Ciudad Victoria, Tamaulipas C.P. 87000  
D. R. © 2022

Consejo de Publicaciones UAT  
Centro Universitario Victoria  
Centro de Gestión del Conocimiento. Segundo Piso  
Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87149  
Tel. (52) 834 3181-800 • extensión: 2948 • [www.uat.edu.mx](http://www.uat.edu.mx)  
[consejopublicacionesuat@outlook.com](mailto:consejopublicacionesuat@outlook.com)

Libro aprobado por el Consejo de Publicaciones UAT  
ISBN UAT: 978-607-8888-09-2

Editorial Fontamara, S.A. de C.V.  
Av. Hidalgo No. 47-B, Colonia Del Carmen  
Alcaldía de Coyoacán, 04100, CDMX, México  
Tels. 555659-7117 y 555659-7978  
[contacto@fontamara.com.mx](mailto:contacto@fontamara.com.mx) • [coedicion@fontamara.com.mx](mailto:coedicion@fontamara.com.mx) • [www.fontamara.com.mx](http://www.fontamara.com.mx)  
ISBN Fontamara: 978-607-736-791-8

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra incluido el diseño tipográfico y de portada, sea cual fuera el medio, electrónico o mecánico, sin el consentimiento del Consejo de Publicaciones UAT.

México • *Libro Digital*

**Este libro fue dictaminado y aprobado por el Consejo de Publicaciones UAT mediante un especialista en la materia perteneciente al Sistema Nacional de Investigadores (SNI). Asimismo, fue autorizado por el Comité interno de selección de obras de Editorial Fontamara mediante el sistema “doble ciego” en la sesión del segundo semestre 2022.**

# La ingeniería aplicada en el noreste de México

Ricardo Tobías Jaramillo  
Rocío del Carmen Vargas Castilleja  
René Bernardo Elías Cabrera Cruz  
*Coordinadores*

**editorial**  
**fontamara**

**UAT** Universidad Autónoma  
de Tamaulipas



C.P. Guillermo Mendoza Cavazos  
PRESIDENTE

Dra. Mariana Zerón Félix  
VICEPRESIDENTE

Dr. Leonardo Uriel Arellano Méndez  
SECRETARIO TÉCNICO

C.P. Franklin Huerta Castro  
VOCAL

Dra. Rosa Issel Acosta González  
VOCAL

Mtro. Rafael Pichardo Torres  
VOCAL

Mtro. Mauricio Pimentel Torres  
VOCAL

**Consejo Editorial del Consejo de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Tamaulipas**

**Dra. Lourdes Arizpe Slogher** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Amalio Blanco** • Universidad Autónoma de Madrid, España | **Dra. Rosalba Casas Guerrero** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Francisco Díaz Bretones** • Universidad de Granada, España | **Dr. Rolando Díaz Lowing** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Manuel Fernández Ríos** • Universidad Autónoma de Madrid, España | **Dr. Manuel Fernández Navarro** • Universidad Autónoma Metropolitana, México | **Dra. Juana Juárez Romero** • Universidad Autónoma Metropolitana, México | **Dr. Manuel Marín Sánchez** • Universidad de Sevilla, España | **Dr. Cervando Martínez** • University of Texas at San Antonio, E.U.A. | **Dr. Darío Páez** • Universidad del País Vasco, España | **Dra. María Cristina Puga Espinosa** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. Luis Arturo Rivas Tovar** • Instituto Politécnico Nacional, México | **Dr. Aroldo Rodrigues** • University of California at Fresno, E.U.A. | **Dr. José Manuel Valenzuela Arce** • Colegio de la Frontera Norte, México | **Dra. Margarita Velázquez Gutiérrez** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dr. José Manuel Sabucedo Cameselle** • Universidad de Santiago de Compostela, España | **Dr. Alessandro Soares da Silva** • Universidad de São Paulo, Brasil | **Dr. Akexandre Dorna** • Universidad de CAEN, Francia | **Dr. Ismael Vidales Delgado** • Universidad Regiomontana, México | **Dr. José Francisco Zúñiga García** • Universidad de Granada, España | **Dr. Bernardo Jiménez** • Universidad de Guadalajara, México | **Dr. Juan Enrique Marciano Medina** • Universidad de Puerto Rico-Humacao | **Dra. Ursula Oswald** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Arq. Carlos Mario Yori** • Universidad Nacional de Colombia | **Arq. Walter Debenedetti** • Universidad de Patrimonio, Colonia, Uruguay | **Dr. Andrés Piqueras** • Universitat Jaume I, Valencia, España | **Dra. Yolanda Troyano Rodríguez** • Universidad de Sevilla, España | **Dra. María Lucero Guzmán Jiménez** • Universidad Nacional Autónoma de México | **Dra. Patricia González Aldea** • Universidad Carlos III de Madrid, España | **Dr. Marcelo Urra** • Revista Latinoamericana de Psicología Social | **Dr. Rubén Ardila** • Universidad Nacional de Colombia | **Dr. Jorge Gissi** • Pontificia Universidad Católica de Chile | **Dr. Julio F. Villegas †** • Universidad Diego Portales, Chile | **Ángel Bonifaz Ezeta †** • Universidad Nacional Autónoma de México

# Presentación

El crecimiento sostenido del país requiere un desarrollo paralelo de su infraestructura y de sus procesos productivos para la optimización de los recursos y la contribución al desarrollo económico y social. Esto conlleva la aplicación de la ingeniería y de nuevas tecnologías, a nivel local y regional.

La ingeniería es pilar del desarrollo de la sociedad, y se demanda cada vez más para satisfacer las necesidades del ser humano, mejorando así su calidad de vida.

En la presente obra se abordan temas de ingeniería aplicada con un enfoque multidisciplinario, como mejoras en sistemas de producción en diferentes industrias, aplicación de normativa para la reutilización de materiales, rendimientos y análisis de responsabilidad social en empresas, calidad en el servicio, la tecnología al alcance de personas mayores, vulnerabilidad social ante fenómenos hidrometeorológicos, el uso de equipo georradar para localizar infraestructura subterránea y sistema de gestión en la seguridad y salud en el trabajo.

Son estudios que se realizan como parte del quehacer de los investigadores de la institución, quienes aportan elementos analíticos que oscilan entre el diagnóstico de compuestos y agentes que pueden mejorar o perjudicar el medio ambiente, hasta soluciones para remediar o evitar impactos de carácter ambiental, social e incluso económico.

En cada capítulo se desarrollan y describen los materiales y métodos utilizados, mostrando resultados que evidencian la aplicación de técnicas novedosas que contribuyen en las diversas áreas de la ingeniería.

Los académicos de la educación superior en México están obligados a la formación de cuadros profesionales, que impacten en espacios de investigación, ciencia y tecnología dentro de las instituciones, por lo que en este libro se contempla, la participación de alumnos de licenciatura y posgrado que colaboraron en proyectos de investigación y obtuvieron su titulación mediante la defensa de tesis.

La obra refleja la participación colaborativa de profesores investigadores integrantes del Sistema Nacional de Investigadores, alumnos, invitados de instituciones externas con las que se tiene vinculación para el fortalecimiento de las capacidades académicas e investigativas.

Estamos seguros de que en su conjunto estas aportaciones serán del interés de alumnos, maestros e investigadores, incentivando así el desarrollo de aplicaciones de la ingeniería y tecnología que incidan directamente sobre el bienestar del ser humano y que a la vez promuevan la mejora continua en las empresas contribuyendo a tener procesos más eficientes, buscando la excelencia y competitividad en su entorno.

*Los coordinadores*



# Índice

<b>Capítulo 1.</b>	<b>11</b>
Evaluación de la vulnerabilidad social respecto a fenómenos hidrometeorológicos en Ciudad Victoria, Tamaulipas <i>Rodrigo Tovar Cabañas, Rocío del Carmen Vargas Castilleja y Roberto Pichardo Ramírez</i>	
<b>Capítulo 2.</b>	<b>31</b>
Aplicación de la normativa vigente en la rehabilitación de pavimentos asfálticos usando material de desecho producto del fresado <i>Juana Treviño Trujillo, René Bernardo Elías Cabrera Cruz y Rafael Pichardo Torres</i>	
<b>Capítulo 3.</b>	<b>51</b>
Plataforma educativa orientada a adultos mayores para la enseñanza de computación <i>Omar Alejandro Morales Acevedo, José Antonio Castán Rocha y Salvador Ibarra Martínez</i>	
<b>Capítulo 4.</b>	<b>75</b>
Sistema de monitoreo para la producción de cortes de carne de res para la venta y sus desperdicios <i>Carlos Alberto Rábago Figueroa, Juan Pablo Soto Barrera, Elvira Rolón Aguilar y Julio César Rolón Aguilar</i>	
<b>Capítulo 5.</b>	<b>103</b>
Implementación de mejora continua en el área de embarques de la empresa manufacturera <i>Mario Alberto Morales Rodríguez, Lisset Anel Alva Rocha, Gabriela Cervantes Zúbirias y Marco Antonio Díaz Martínez</i>	
<b>Capítulo 6.</b>	<b>117</b>
Importancia de la gestión en indicadores clave de rendimiento (KPI) y el impacto en las empresas manufactureras para la medición de la productividad <i>Lisset Anel Alva Rocha, Mario Alberto Morales Rodríguez, Gabriela Cervantes Zúbirias y Ruíz Hernández Santos</i>	

<b>Capítulo 7.</b>	<b>135</b>
Análisis de la responsabilidad social empresarial según Carroll vs. ISO 26000	
<i>René Tinoco Mendiola, Federico Gamboa Soto, Juan Enrique Bermea Barrios y Norberto Avilés Velázquez</i>	
<b>Capítulo 8.</b>	<b>153</b>
Propuesta de un sistema de gestión en la seguridad y salud en el trabajo en una empresa de fabricación de muebles	
<i>Luis Jonás González del Ángel, Dionicio Morales Ramírez y Hyasseliny Alejandra Hurtado Mora</i>	
<b>Capítulo 9.</b>	<b>165</b>
Evaluación geofísica con equipos de radar de penetración terrestre (georradar) para identificación de infraestructura subterránea, en un predio ubicado en el municipio de Matamoros, Tamaulipas	
<i>Héctor Orlando Sánchez Velázquez, Miranda Daniela Arcos Pérez y Pamela Palmas Delgado</i>	
<b>Capítulo 10.</b>	<b>179</b>
Impacto de la calidad del servicio en las ventas. Caso: agencia de autos de Altamira, Tamaulipas	
<i>Javier Guzmán Obando, María Elena Martínez García, José Raúl Valenzuela Fernández y Lázaro Salas Benítez</i>	

# Capítulo 1

## Evaluación de la vulnerabilidad social respecto a fenómenos hidrometeorológicos en Ciudad Victoria, Tamaulipas

*Rodrigo Tovar Cabañas<sup>1</sup>*

*Rocío del Carmen Vargas Castilleja<sup>2</sup>*

*Roberto Pichardo Ramírez<sup>2</sup>*

### Resumen

La sociedad se enfrenta de manera frecuente a diversas situaciones de desastre ligadas a fenómenos hidrometeorológicos, lo que repercute en su desarrollo. Esta investigación tuvo como objetivo, cartografiar los distintos grados de vulnerabilidad de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Se analizaron antecedentes de las dimensiones seleccionadas para la construcción del índice de vulnerabilidad social. El tratamiento cuantitativo consideró microdatos oficiales de 18 indicadores por áreas geoestadísticas básicas, mientras que el trabajo cartográfico consistió en la representación espacial mediante el uso de diversas herramientas. El análisis geoestadístico a través del cociente de concentración dio como resultado el índice. Considerando registros del Censo de Población y Vivienda 2020, se determinó que el 46 % del territorio urbano se encuentra en un rango de vulnerabilidad medio; seguido de un 28 % del territorio con una vulnerabilidad media alta, mientras que el 7 % se ubica en vulnerabilidad alta. Bajo el enfoque empleado, fue posible conocer las colonias de Ciudad Victoria con un mayor o menor índice de vulnerabilidad social.

**Palabras clave:** índice de vulnerabilidad social, mapeo de vulnerabilidad, riesgos naturales, análisis geoespacial, geografía del riesgo.

### Introducción

En México, durante los últimos 30 años, las pérdidas derivadas por algún fenómeno natural afectaron a 5 millones de personas; los diversos tipos de desastres destruyeron más de 150 mil viviendas y causaron la muerte de 4 mil personas (UNISDR, 2015). La repercusión de los impactos por dichos fenómenos afecta directamente en la vulnerabilidad de las localidades, la cual no se puede medir en tiempo real, ya

<sup>1</sup> El Colegio de Veracruz, [rod\\_geo77@hotmail.com](mailto:rod_geo77@hotmail.com)

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. [rocvargas@docentes.uat.edu.mx](mailto:rocvargas@docentes.uat.edu.mx) y [rpichardo@docentes.uat.edu.mx](mailto:rpichardo@docentes.uat.edu.mx)

que la vulnerabilidad es de naturaleza multifacética, además de ser un fenómeno complejo que se comporta de manera no lineal.

Kienberger et al. (2013) señalan que existe una necesidad de mayor consideración en la definición y el uso de las escalas en los estudios de vulnerabilidad, pues la interacción de los sistemas naturales y humanos en dicho análisis es un desafío, sobre todo porque las unidades de reflexión suelen operarse a escalas espaciotemporales iguales, dígase lineales, cuando en realidad las escalas espacio temporales de ambos sistemas suelen ser asimétricas. Exponen la evaluación de la vulnerabilidad integrada básicamente por seis dimensiones: institucional, cultural, física, económica, social y ambiental; sin embargo, la escala espacio-temporal de análisis que va de lo individual a lo global, indica la amplitud que tiene un estudio de vulnerabilidad, el cual debe consistir en la selección adecuada de indicadores que respondan al dónde, cuándo, qué y porqué se es vulnerable, permitiendo evidenciar más claramente y controlar las dimensiones o condiciones que se analizan.

La tipificación de vulnerabilidades propuesta por Chauv (1998), en parte ayudó a entender la complejidad citada, empero las distintas dimensiones de vulnerabilidad, tales como física, económica, política, social, técnica, ideológica, ecológica, económica e institucional, dieron pie a la creación de múltiples enfoques, métodos y teorías, lo cual problematiza aún más el estudio de la vulnerabilidad, puesto que teóricamente la vulnerabilidad técnica en un momento dado puede manifestarse como la amenaza de un sistema social, es decir, las mejoras en un sistema suelen generar problemas en otros, por ejemplo, los embalses hidroeléctricos reducen la vulnerabilidad socioeconómica de las localidades distantes que se benefician de la llegada de suministro eléctrico, pero, al mismo tiempo las localidades cercanas a dichos embalses incrementan su vulnerabilidad socio-sanitaria debido al incremento de vectores de enfermedades zoonóticas dado el incremento del espejo de agua. Un ejemplo de lo anterior, lo analizan García y Villerías (2016), quienes seleccionaron indicadores que revelan la sensibilidad de un sistema territorial separándolo en niveles a través del estado que guarda su población, en la marginación urbana, la concentración territorial, la tasa de desocupación, la relación de dependencias y finalmente el porcentaje de hogares con jefas de familia, estableciendo una tipología del comportamiento de estos indicadores por AGEB.

Epistemológicamente, conforme a Schmidtlein et al. (2008), las contribuciones al estudio de la vulnerabilidad se pueden dividir en dos amplias categorías: 1) vulnerabilidad biofísica, referente a la exposición que cada persona tiene en particular a algún proceso externo, por ello también suele considerarse como sensibilidad genética o étnica; 2) vulnerabilidad social, ligada al entorno construido y a las políticas públicas, donde el acceso a seguridad social juega un papel importante.

De los 20 paradigmas o propuestas metodológicas que existen sobre vulnerabilidad (Kienberger et al. 2013), en la presente investigación se retoman parte de los propuestos por Cutter et al. (2003), pues considera que la construcción de índices de vulnerabilidad social es una opción útil para comparar y evaluar la condición de vulnerabilidad social que manifiestan una o varias localidades en un contexto espacio temporal dado. Aunque dicho enfoque no está libre de dificultades operacionales, tales como, la necesidad de justificar los indicadores cuantitativos seleccionados para la confección del índice o la necesidad de cribar tales indicadores con variables de corte geológico o hidrometeorológico; una vez superadas estas limitantes es posible tener una unidad de análisis de vulnerabilidad con potencial para ser comparable diacrónicamente.

Al respecto, Reckien (2018), señala que estos enfoques ayudan a mapear los grados de vulnerabilidad, permitiendo con ello una pronta interpretación de los resultados. El problema de cualquier enfoque geoestadístico es que las causas subyacentes y fortuitas de la vulnerabilidad se pierden en el índice final, de allí la importancia de plantear un enfoque interdisciplinario, vertebrado con equipos sólidos tanto del área social como del área física. Además, como señalan Chau et al. (2014), es necesario tener en cuenta que la planificación de cualquier índice de vulnerabilidad depende de la disponibilidad de los datos, que a su vez dependen en gran medida del contexto local, lo cual conlleva a una continua elaboración de índices para cada situación específica. Para subsanar tal incertidumbre, es conveniente generar la descripción fisiográfica del área de estudio y dar énfasis en el mapeo de algunas cualidades espaciales y de exposición a fuerzas de la naturaleza, tales como, tasa de retorno de inundaciones, comportamiento periódico de huracanes, entre otros, para geografizar la investigación.

En ese sentido, se sabe que una sociedad con desigualdades y limitados accesos para desempeñar actividades diarias tiene una vulnerabilidad mayor. El análisis territorial, estratificado de la conformación de la población permite conocer el fenómeno de la vulnerabilidad social (Álvarez y Cadena, 2006). En efecto, un índice conjunta una serie de indicadores y permite valorar un sistema en una sola métrica que es el soporte para la toma de decisiones. La estructura de los indicadores es esencial y requiere de un análisis de sensibilidad para determinar la robustez del índice (Tate, 2012).

Desde hace varias décadas el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) utiliza más de 200 indicadores para conocer las características sociodemográficas de México; sin embargo, conforme a Reckien (2018) sólo alrededor de 40 indicadores tienen algún vínculo epistemológico directo con la vulnerabilidad social. Ahora bien, dentro de la literatura científica, enfocada a su

comprensión, son entre 10 y 15 indicadores que casi invariablemente constituyen los componentes principales de la mayoría de los distintos índices de vulnerabilidad social, por ejemplo, Álvarez y Cadena (2006) en su análisis de la vulnerabilidad social de los países latinoamericanos hace uso de 15 indicadores, la mayoría de ellos son de corte macroeconómico; de igual modo, Flanagan, et al. (2011) emplean 15 indicadores similares para elaborar el índice de vulnerabilidad social de Estados Unidos (EE.UU.).

## Metodología

Dada la escala geográfica del análisis, la selección de indicadores que ayudaron a definir los niveles de vulnerabilidad, a los que se encuentran sujetas las distintas áreas geoestadísticas básicas de Ciudad Victoria, Tamaulipas, fueron discutidos y justificados desde el punto de vista socioespacial, con la intención de tener un marco epistemológico acorde con el objetivo. En ese sentido, la propuesta constó de 18 indicadores básicos, agrupados en cinco dimensiones de vulnerabilidad, a saber: *densidad, estructura poblacional, estructura social, estructura política y capacidad de resiliencia*, todos ellos formaron parte del análisis cuantitativo. A continuación, se detalla cada una de estas dimensiones.

### Densidad

Conforme a Rengifo (2008), hoy en día se reconoce que la salud no puede separarse de una serie de elementos ambientales vinculados directamente con el hacinamiento urbano, es decir, de la salud ambiental depende tanto el hacinamiento, como la calidad de vida. Algunos autores consideran que la ecología y el medio social contribuyen con el 55 % de los determinantes ambientales de la salud ambiental, por lo que los cambios negativos en el medio ambiente, tal como la densidad poblacional y arquitectónica, que, de acuerdo con la intensidad, ocasionarán perjuicios sobre la salud humana, dígame vulnerabilidades sociales. Algunos ejemplos de este tipo de vulnerabilidades es la contaminación intradomiciliaria (por combustión de carbón o petróleo), el agotamiento de los recursos naturales, la contaminación paisajista, la agresión al ciudadano, la arquitectura agresiva al entorno, la inaccesibilidad a locales de servicios, la depredación y deforestación de áreas verdes, entre otros conflictos por el uso del espacio y los recursos naturales. Borsdorf e Hidalgo (2013), documentan la forma en que la tugurización se vincula con la precariedad en que algunas personas caen luego de experimentar un evento meteorológico extremo que ocasiona severos desastres en la ciudad de impacto.

## Estructura poblacional

Desde la década de 1950 se estudia el efecto que tiene la edad en la regulación de la temperatura de las personas, particularmente en la tercera edad. Sin embargo, el estudio de la vulnerabilidad como un proceso vertebrado al envejecimiento fue descrito por Collins et al. (1981) quienes comprendieron cómo la temperatura del ambiente impacta de manera diferencial a hombres mayores de 70 u 80 años en comparación con hombres jóvenes de edades entre 18 y 19 años, es decir, las personas de la tercera edad tienen más dificultad para controlar la temperatura corporal a un nivel adecuado debido a que no perciben el frío o el calor ambiental fácilmente. Cabe mencionar que este hecho se agrava en aquellos adultos mayores que presentan enfermedades crónico-degenerativas. En ese sentido, en la última década en México, como observa Aparicio (2002), el número de adultos mayores que no son autosuficientes y dependen de otros va en aumento. Esto es preocupante debido a que el 70% de los adultos mayores vive en municipios de bajo o muy bajo desarrollo social lo cual contribuye a su vulnerabilidad, máxime si los adultos mayores viven solos o con otras personas de la tercera edad o discapacitados (Bello-Sánchez, 2013).

Los niños, dada su escasa experiencia cognitiva ante los peligros de la naturaleza son más propensos a la muerte, lesiones, pérdidas económicas y deterioro psicológico por lo que presentan mayor vulnerabilidad física, psicológica y educativa, en otras palabras, los niños suelen tener mayores dificultades para decidir sobre las medidas de protección recomendadas ante un evento calamitoso, o bien, los bebés y los niños con limitaciones de movilidad, suelen ser incapaces de agacharse bajo su escritorio durante un terremoto. Al respecto Peek y Stough (2010) recuerdan que decenas de miles de escuelas se han derrumbaron alrededor del mundo durante los terremotos en las últimas dos décadas y que más de 100 000 niños fueron evacuados de la ciudad de Nueva Orleans como resultado del Huracán Katrina, por lo que calculan que los desastres, tan sólo a finales del siglo XX, afectaron a alrededor de 67 millones de niños en todo el mundo.

En tanto que Kim-Cohen et al. (2004) argumentan que los niños que viven en familias pobres y numerosas son más vulnerables a problemas de comportamiento y cognitivos, puesto que el tiempo dedicado al cuidado responsivo, a la paternidad competente y a la calidez parental para cada miembro es inversamente proporcional al número de hijos. De modo que la merma o falta de apoyo social o emocional se vincula a un mayor grado de vulnerabilidad social. En ese sentido, se puede asociar la ausencia de conocimientos y comportamientos preventivos en menores de edad, tal como: uso incorrecto de mosquiteros o anticonceptivos para prevenir malaria o embarazos adolescentes respectivamente, a contextos vulnerables donde la tasa de manumisión es elevada (Krauss, 2013).

## Estructura social

En cuanto a la estructura social, la vulnerabilidad y los procesos migratorios se describen en dos tipos de eventos que se hacen presentes; por una parte están los de carácter progresivo y por otro los de carácter repentino, cuyo impacto, indistintamente, puede durar y manifestarse en meses o incluso en años hasta convertirse en algo crítico; un ejemplo del primer tipo suele asociarse a fenómenos climatológicos de larga duración, tal como sequías, como el caso del *Dust Bowl* que afectó durante el siglo XX a los Estados Unidos de América, particularmente al norte de Texas, suroeste de Kansas y noreste de Nuevo México, fenómeno que produjo más de 100 mil desplazados; mientras que el segundo suele asociarse a fenómenos hidrometeorológicos de corta duración (McLeman y Hunter, 2010).

El huracán Mitch en menos de una semana generó cerca de dos millones de desplazados en Centroamérica, principalmente de Honduras y Nicaragua. Esos migrantes se tornan vulnerables independientemente de las zonas de arribo debido a que desconocen las claves socioambientales de las mismas, lo cual los deja en desventaja o sin acceso a condiciones de seguridad. Los migrantes en un principio suelen convertirse en personas aún más vulnerables debido a las leyes de trabajo que los ignoran. Por lo tanto, en esta investigación se consideró que a mayor cantidad de inmigrantes que un área determinada tenga, existirá más cantidad de gente desprovista de las claves socioambientales para afrontar las fuerzas de la naturaleza, de modo que la tasa de vecinos, o razón de migrantes sobre población total es un indicador de vulnerabilidad dentro de contextos socioespaciales (Nguyen et al., 2015). Ahora bien, se acudió a una tasa de nuevos vecinos debido a que es arriesgado hablar de un índice de inmigrantes dentro de la escala de observación del lugar estudiado. Por otro lado, con la Encuesta Nacional de Migración es posible construir un índice de inmigración más robusto que la tasa señalada, pero a la vez se observó que eso es endeble para la escala de nivel de AGEB.

Sobre la vulnerabilidad y las minorías étnicas, Saideman (1997), señala que los pueblos étnicos aparte de ser grupos marginales suelen ser invisibilizados no sólo por el resto de la sociedad, sino también por el mismo estado, por lo que cultural y lingüísticamente suelen quedar aislados, esta condición les reduce sus probabilidades de recibir servicios de salud y asistenciales, lo que resulta en elevados niveles de vulnerabilidad; además, como señala Nazroo (1998), debido a que las políticas sociales se construyen no pensando en las necesidades genéticas de ellos, aun cuando estos logran tener acceso a servicios sociales, continúan presentando ciertos niveles de vulnerabilidad.

La discapacidad, entendida como la incapacidad para laborar independientemente del tipo específico de discapacidad, aunque ha alcanzado

proporciones epidémicas en naciones industriales, aún se sigue negando su vínculo con la vulnerabilidad social (Tarasuk y Eakin, 1994). Por otra parte, gracias al aporte de Vite (2012) se sabe que los colectivos que sufren algún tipo de discapacidad se encuentran en una situación de vulnerabilidad debido a la desafiliación de la que suelen ser objeto, en efecto, hoy en día empresas y gobiernos contratan discapacitados a condición de que renuncien a su seguro social, lo que aumenta seriamente sus niveles de vulnerabilidad.

### Estructura política

Ovbiebo (2011), argumenta que el bajo nivel educativo se relaciona directamente con la prevalencia de enfermedades de difícil tratamiento, de modo que la escasez de conocimiento incrementa directamente la vulnerabilidad social. Desde otro ángulo Delgadillo (2016) explica cómo la periferia o el exterior de la traza urbana, desde la época colonial, se ha destinado para la población con bajo nivel educativo, y precisamente desde allí, al tener tan lejos el acceso a los recursos y a las claves cívicas para obtenerlos se gesta la vulnerabilidad social.

Jackson (1985), señaló que el desempleo repercute psicológicamente, y que ese sentimiento de inutilidad o inexperiencia vulnera más a las personas de entre 30 y 40 años, en tanto que Martín (2013), analizó cómo la falta de empleo reduce la capacidad de respuesta y de adaptación a distintas situaciones socioambientales, donde la marginación sería otra cara de la dimensión económica de la vulnerabilidad. Mientras que Méndez y Prada (2014), ejemplifican la distribución territorial del desempleo y advierten que, debido a la configuración socioeconómica de las ciudades, el desempleo vulnera de forma diferencial a estas. En esta investigación se asume que un área geoestadística básica con elevados casos de desempleo está más expuesta a la carga ambiental y por lo tanto es más vulnerable, independientemente del tipo de sensibilidad genética u orden social.

Respecto a la relación entre la seguridad social y la vulnerabilidad, Pizarro (2001) argumenta que la transición de los modelos económicos genera inseguridad social puesto que, al surgir nuevas formas de trabajo, estas inician dentro de la informalidad laboral, lo que acarrea un quiebre con la protección social y demás recursos o redes socioculturales.

### Capacidad de respuesta

Simultáneamente la justificación del índice de vulnerabilidad social llevó a considerar la capacidad de respuesta de las áreas estudiadas, en ese sentido, Rojas (2004) considera que las viviendas precarias suelen estar vinculadas a la degradación ambiental de las tierras circundantes a las mismas, además de estar caracterizadas

por tener pisos y patios de tierra, o áreas peridomiciliarias, no embanquetadas, en donde se dan todos los factores predisponentes para el florecimiento de diversas parasitosis (López et al., 2005). Por ejemplo, en el noreste de México los principales factores de riesgo de la vivienda con piso de tierra condujeron a la prevalencia de la enfermedad de Chagas (Segura y Escobar, 2005), y todo esto ayudó a vincular la cantidad de viviendas con pisos de tierra con condiciones de vulnerabilidad.

La vulnerabilidad social se relaciona con hogares sin redes técnicas, dentro de las cuales la provisión de energía eléctrica es una determinante de peso, puesto que dichas redes constituyen la interfaz entre la infraestructura básica de las viviendas y el ambiente físico donde éstas se asientan (Rojas et al., 2008). Por ejemplo, el problema más recurrente que debió enfrentar la población de San Pedro de la Paz, provincia de Concepción, Chile, durante el primer mes luego del terremoto del 27 de febrero de 2010, fue la falta de acceso a electricidad, dicha falta constituyó una de las principales vulnerabilidades, pues la energía eléctrica es fundamental para mantener refrigerados los alimentos aún en regiones de clima semicálido (González, 2013).

Como indicador, el drenaje ha sido empleado por el índice de rezago social y del índice de marginación (Alvarado et al., 2016), también la densidad de drenaje ha sido empleada para elaborar el índice de compacidad para estimar la incidencia de inundaciones (Gaspari et al., 2011; Hernández y Vieyra, 2010). La ausencia de drenaje se considera como una retroalimentación negativa que incrementa los grados o niveles de vulnerabilidad social. Otras voces señalan que la carencia de drenaje es el indicador más significativo de la suburbanización, al mismo tiempo es el resultado físico de la expansión urbana sobre las áreas desocupadas que se encuentran a su paso, en ese sentido es de destacar que en las zonas más vulnerables de México las colonias populares carecen de drenaje en más del 50% (Orozco, 2006).

El último indicador revisado dentro del bloque de la dimensión resiliente fue el concerniente a la disponibilidad de automóvil. Al respecto, se sabe que las ciudades contemporáneas están configuradas para los vehículos y quien no lo tiene queda sin acceso a la ciudad. La utilización masiva por parte de la población permite hablar de territorios motorizados o de nivel de motorización para cuantificar la seguridad social (Gutiérrez y García, 2005), por lo tanto, la ausencia de este transporte personal bien puede considerarse como un indicativo de los procesos de segregación socioespacial o de disponibilidad de automóvil, dígase marginación o vulnerabilidad (Gutiérrez, 2012).

Por todas esas circunstancias, el Índice de Vulnerabilidad Social (IVS) favorece a los distintos grupos de planificadores y funcionarios para dar respuesta a las emergencias mediante la identificación y el mapeo de las colonias con mayor susceptibilidad antes, durante y después de un evento peligroso. El manejo de

bases de datos científicas, oficiales y validadas, proporcionan el sustento para la construcción del Índice. El IVS que se propone, tras ciertas adecuaciones espacio temporales específicas, puede replicarse a cualquier municipio de la república mexicana y de ese modo contribuir al desarrollo de medidas preventivas ante zonas de riesgos debido a su grado de sensibilidad o desprotección en las que se encuentren, esto por diversas causas, que va desde la carencia de infraestructura hasta la composición de sociedad misma.

Desde este enfoque, la pertinencia de los estudios de vulnerabilidad representa una herramienta en la toma de decisiones, no sólo para los distintos niveles de gobierno en el proceso de desarrollo de políticas públicas, sino también para los habitantes de las ciudades como cultura preventiva, el sector privado para considerar su crecimiento y sostenibilidad económica y los organismos nacionales e internacionales, para focalizar sus apoyos y recomendaciones de mitigación y adaptación a los cambios del clima. Con base en ello, la presente investigación cuantificó el grado de vulnerabilidad de los habitantes de Ciudad Victoria, Tamaulipas, como un caso de estudio que evidencie la aplicación de las herramientas metodológicas e indicadores propuestos para la construcción del IVS.

### Área de estudio

Geográficamente Ciudad Victoria se asienta sobre el piedemonte de la Sierra Madre Oriental, al sureste del cañón de La Peregrina, en términos geológicos su suelo se constituye de depósitos de serpentina y minerales cupríferos (Sour, 1999) que suelen estar bajo las influencias de un clima semicálido y subhúmedo en verano; llegando incluso a ser semiseco muy cálido y con escasa humedad media (INEGI, 2009). Pertenece a uno de los 43 municipios del estado de Tamaulipas, el cual se ubica en el centro-oeste del mismo a 350 msnm (Figura 1), con una extensión territorial de 1468.53 Km<sup>2</sup> y una población al último censo de 349 688 habitantes (INEGI, 2022), el 94.97 % vive en localidades urbanas mientras que el resto en rurales. Como capital del estado su comunicación carretera, ferroviaria y la atención a la salud, representan una fortaleza económica que se refleja en su participación del 10% del producto interno bruto estatal (González y Gallegos, 2014). El 82% de su clima es semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad. Es de los pocos municipios del noreste semiseco que son partidos por tres ríos: río San Marcos, arroyo Grande y río Corona, éste último conectando con la presa Vicente Guerrero (INEGI, 1997). Por lo que no es de extrañar que las inundaciones, las heladas y las sequías han sido los eventos más frecuentes en los últimos 30 años según la (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 2018).

En Ciudad Victoria, Tamaulipas de 1970 al año 2013 ocurrieron 18 inundaciones extraordinarias, cuatro aguaceros severos, tres tempestades y dos avenidas torrenciales de consideración, que sumadas históricamente dejaron casi un cuarto de millón de personas afectadas, de los cuales más de 20 mil tuvieron que ser evacuadas durante la emergencia. Lo que a futuro cercano da un promedio de retorno de estos fenómenos hidrometeorológicos es de 2.15 años (Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina, 2018), por lo que es importante darle seguimiento a las zonas que reportaron el mayor índice de vulnerabilidad social y que además presentaron factores de riesgo por concepto de derrumbe o inundación.

### Figura 1

*Localización del área de estudio*



Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2010a).

Para definir el índice de vulnerabilidad social y el análisis geoestadístico que se realizó, se revisaron diversas investigaciones (Cutter et al., 2003; Schmidtlein et al., 2008; Reckien, 2018). La procedencia de los datos sociodemográficos fueron retomados del censo de población y vivienda 2020, emitido por el INEGI (2022); los datos espaciales, tal como: área de los polígonos analizados se calcularon a partir

de marco geoestadístico 2014 versión 6.2 de INEGI (2014); el mapa de cauces de ríos se extrajo de la red hidrográfica escala 1:50 000 edición 2.0 de INEGI (2010b); las curvas de nivel que se emplearon para producir el modelo digital de elevación que dio pie al mapa de pendientes, se construyeron mediante procesos propios de geomática con datos de entrada de Google Earth Pro. Con estas bases fue posible procesar el índice de vulnerabilidad social para el municipio de Ciudad Victoria, Tamaulipas. Para hacer inteligible la explicación de tal índice, se consideró la tipificación de vulnerabilidades socioambientales propuesta por Tovar y Vázquez (2017), particularmente se les dio seguimiento a los casos de la *potamowweak* o propensión a inundaciones, así como a la *teperweak* o propensión a derrumbes.

El análisis geoestadístico se refiere a un cociente de concentración que es una medida de la proporción que una variable determinada representa en un área dada comparada con la proporción de la misma variable a nivel general, los resultados indican el grado de concentración que tiene una demarcación en algún aspecto considerado (Vázquez, 2013). La ecuación de lo anterior se expresa:

$$Q_{ij} = V_{ij} / \sum_i V_{ij} : \sum_j V_{ij} / \sum_i \sum_j V_{ij}$$

Dónde:

$V_{ij}$  = Se refiere al valor V correspondiente al indicador "i" de la región de análisis "j"

$\sum_i V_{ij}$  = Se refiere al valor de V correspondiente al total local

$\sum_j V_{ij}$  = Se refiere al valor de V correspondiente al total de los indicadores

$\sum_i \sum_j V_{ij}$  = Total de la región de análisis.

Su ordenamiento en una matriz se ejemplifica a partir de un cuadro de contraste entre sectores contra regiones, en este caso, los sectores (S) se refieren a las variables sociodemográficas, y las regiones (R) se refieren a las unidades geográficas de estudio, tales unidades corresponden con las Áreas Geoestadísticas Básicas. La representación cartográfica de los resultados se realizó en GvSIG 2.1.

La representación espacial de los resultados estadísticos (Tabla 1) se exhibe mediante mapas de coropletas del índice de vulnerabilidad social descrito, en casos específicos es necesario aplicar alguna correlación geográfica para ponderar los resultados y obtener las zonas prioritarias, es decir, zonas que tanto estadística como geográficamente se encuentran en la antesala de algún desastre detonado por algún fenómeno geodinámico, deslave o inundación, por ejemplo. En todos los mapas se empleó la cromática Color Brewer 2.0 sugerida por Dodge et al. (2011) para la mejor visualización cartográfica.

**Tabla 1**

*Representación estadística del cociente de acumulación del índice para vulnerabilidad social de Ciudad Victoria, Tamaulipas (casos acotados)*

AGEB	Hab/Ha	Tasa_vejez	>15/ Hab	Tasa PEI	Nvos Vecinos	P3yM_ HLI	Tasa_V_ Refrí	Tasa_v_ autom	IVS
076A	0.85	2.49	1.11	2.51	1.36	1.34	0.95	0.94	21.25
1344	1.94	0.6	0.85	0.7	0.65	1.1	0.41	0.73	16.76
1819	1.45	0.44	0.66	0.33	0.54	2.05	0.45	0.73	19.87
2501	-	-	-	-	-	-	-	-	-
990	1.08	1.22	0.82	0.94	0.55	2.45	0.45	0.86	20.05
2249	0.89	0.32	0.74	0.19	0.53	-	1.09	0.9	24.17
2516	0.8	0.64	1.23	1.4	1.18	1.24	1.23	1.07	16.5
1005	1.56	1.13	0.72	1.62	0.58	2.65	0.52	0.77	19.72
101A	1.07	2.5	0.6	1.77	0.76	4.74	0.8	0.9	22.82
933	1.05	3.12	0.8	2.71	1.12	1.15	0.99	1.06	20.3

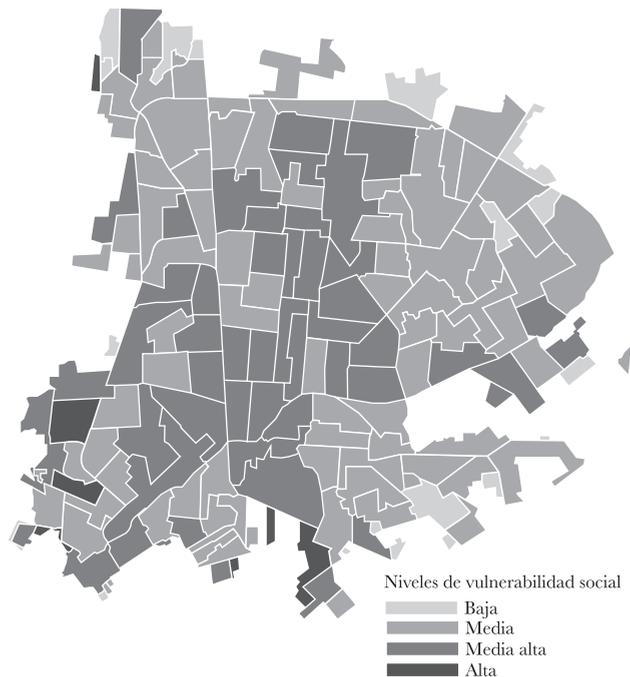
Fuente: elaboración propia con base en INEGI (2022).

## Resultados y discusión

Se consideró una escala ordinal de cuatro umbrales o niveles de vulnerabilidad, propuestos para señalar las diferencias significativas en cuanto a merma o ausencia de satisfactores, donde un 100% significaría deficiencia total de los 18 indicadores y, por lo tanto, una condición de vulnerabilidad total. Se aplicó una partición a intervalos naturales en; alta (25-33%), media alta (19-24%), media (15-18%) y baja (< a 14%) vulnerabilidad para la identificación cartográfica, la cual es de gran utilidad para describir los patrones resultantes. El comportamiento de la vulnerabilidad que exhibe la figura 2 señala sutiles diferencias territoriales, tanto en extensión cómo en intensidad. 146% del territorio urbano se encuentra en un rango de vulnerabilidad medio; seguido de un 28% de territorio que puede ser catalogado como con una vulnerabilidad media alta; en la periferia norte, donde se esperaría un alto índice de vulnerabilidad, sucede lo contrario porque representa sólo el 18% del territorio en fase de vulnerabilidad baja; el restante 7% del territorio, sobre las postrimerías de la periferia suroeste y sur de la ciudad, es el que presenta el mayor índice de vulnerabilidad social.

## Figura 2

Índice de vulnerabilidad de Ciudad Victoria, Tamaulipas

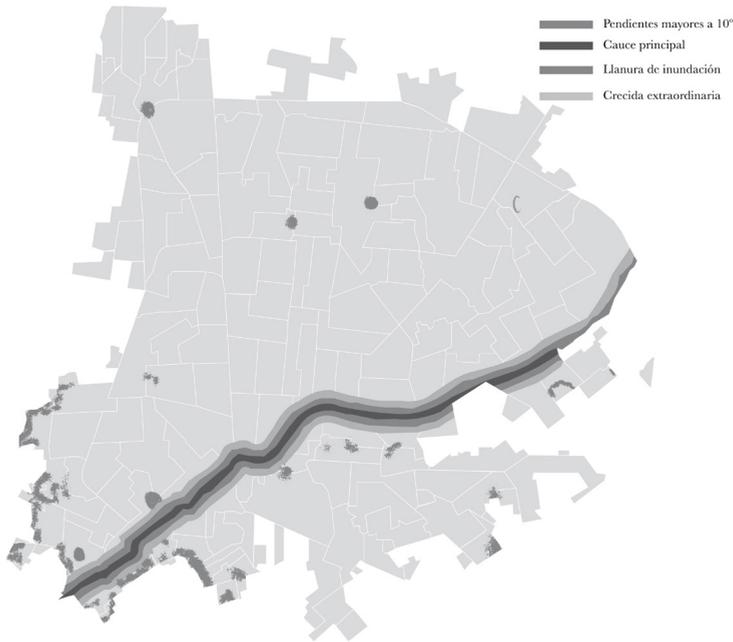


Fuente: elaboración propia con base en los datos espaciales de INEGI (2022).

Con base en lo anterior, es necesario ponderar estos resultados preliminares con la dimensión de la vulnerabilidad vinculada con la exposición a fuerzas de la naturaleza, que en el caso de Ciudad Victoria se asocia principalmente a lo que Tovar y Vázquez (2017) denominan *tepeweak* o propensión a derrumbes y a la *potamoweak* o propensión a inundaciones (Figura 3). De las siete áreas geostadísticas dentro del nivel más alto del índice de vulnerabilidad social, tomando en cuenta la *tepeweak*, sólo una es una zona prioritaria, la cual corresponde en campo a 5 manzanas localizadas al suroeste de la colonia Simón Torres. De las 50 áreas ubicadas dentro del nivel medio alto, ocho de ellas, pasarían a formar parte de las zonas prioritarias debido a que topográficamente se localizan en una superficie con una pendiente mayor a  $10^\circ$ , que, dada la historia geológica de Ciudad Victoria, les incrementa el riesgo de sufrir algún tipo de desastre, desde corrimientos de tierra hasta hundimientos de terreno.

### Figura 3

*Propensión a derrumbes e inundaciones en Ciudad Victoria, Tamaulipas*



Fuente: elaboración propia a partir de los datos espaciales e INEGI (2010a; 2022).

Considerando la *potamoweak*, de las 50 áreas ubicadas dentro del nivel medio alto, 14 de ellas tienen manzanas ubicadas a menos de 200 metros del cauce del río, por lo que también deben ser consideradas como zonas prioritarias dentro de las políticas de prevención de desastres, puesto que, si una lluvia torrencial altera el cauce del río, estas áreas, principalmente las del oriente de la ciudad, sufrirían estragos severos.

### Conclusiones

Esta investigación presentó la complejidad de la vulnerabilidad, la cual debe ser abordada considerando la interacción de los sistemas naturales y humanos para que de ese modo se comprenda mejor cómo la vulnerabilidad social está ligada al entorno construido, mismo que puede ser alterado cuando la carga ambiental supera a cualquier tipo de sensibilidad genética u orden social. Es de advertir, que los resultados que se presenten en la investigación consideraron el Censo de Población y Vivienda del 2020 y, por lo tanto, en una condición previa a la contingencia sanitaria que se continúa viviendo, por tal motivo, es necesario recurrir a la aplicación metodológica considerando los registros más actuales de la región

de estudio, para con ello, visualizar el comportamiento del índice en el tiempo. Sin embargo, se presenta al IVS como una opción confiable para comparar y evaluar dicha condición de vulnerabilidad, sobre todo mediante el enfoque de cociente de concentración, esto debido a la capacidad que dicho método tiene de mapear los distintos grados de vulnerabilidad, como se hizo desde el enfoque socioespacial en la presente investigación, lo cual dio como resultado una propuesta de 18 indicadores básicos agrupados en cinco dimensiones de vulnerabilidad.

Por tales motivos, la principal ventaja de dicha propuesta radica en que puede replicarse a otros municipios de la república mexicana, con las adecuaciones necesarias del contexto en cuestión, pudiendo incorporar otras variables que repercutan en el área de estudio, y de ese modo contribuir al desarrollo de medidas preventivas en zonas de atención prioritaria, zonas que se encuentran al borde de algún desastre de componente geodinámico o zonas que por cuestiones socioeconómicas se encuentran en riesgo potencial. Gracias a tal enfoque se pudo determinar que el 7% del territorio de la traza urbana de Ciudad Victoria, Tamaulipas, sobre las postrimerías de su periferia sur-suroeste de la ciudad, es la que presenta el mayor índice de vulnerabilidad social, de igual modo, al considerar las siete áreas geoestadísticas con el nivel más alto del índice de vulnerabilidad social y su relación con la inclinación del terreno, se constató que sólo una de ellas puede considerarse como zona prioritaria, la cual se compone de cinco manzanas localizadas al suroeste de la colonia Simón Torres. Por otra parte, 12 polígonos determinados con nivel medio alto de vulnerabilidad y ubicados a menos de 200 metros del cauce del río principal, también deben ser considerados como zonas emergentes dentro de las políticas de prevención de desastres, puesto que, si una lluvia torrencial altera el cauce de dicho río, estas áreas, principalmente las del oriente de la ciudad, sufrirían estragos severos.

El tiempo estimado de retorno de estos fenómenos hidrometeorológicos, que conforme a la red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina es de 2.15 años, por lo que es trascendental darle seguimiento a las zonas que reportaron el mayor índice de vulnerabilidad social y que además presentaron factores de riesgo por concepto de derrumbe o inundación. Por otro lado, los procedimientos de construcción de índices son una constante debido al comportamiento dinámico y circunstancial de la vulnerabilidad social, por lo que, para lograr una radiografía del contexto actual los indicadores deben ser actualizados para la región de estudio, pues la vulnerabilidad es un fenómeno en constante cambio, que, de no desarrollar capacidades de adaptación, el grado de exposición y la sensibilidad del sistema aumentará.

Se recomienda el estudio de la percepción social del riesgo mediante un cuestionario aplicado a viviendas de cada área geoestadística, proporciona una

herramienta clave para la construcción de políticas públicas, así como la disposición que pudieran tener los habitantes. Así mismo, la aplicación del análisis de sensibilidad de los indicadores utilizados en el IVS contribuye a la robustez de este.

## Referencias

- Alvarado, E., Rodríguez, O., y Iturralde, O. (2016). Niveles de cobertura y accesibilidad de la infraestructura de los servicios de agua potable y de salud en Nuevo León, México. *CONTEXTO. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 10(12), 49-61.
- Álvarez, I., y Cadena, E. (2006). Índice de Vulnerabilidad Social en los Países de la OCDE. (U. A. Madrid, Ed.) *Economic Analysis Working Paper Series* (1).
- Aparicio, R. (2002). Transición demográfica y vulnerabilidad durante la vejez. En CONAPO, *La situación demográfica de México* (pp. 155-167). Consejo Nacional de Población.
- Bello-Sánchez, W. (2013). Vulnerabilidad socio-demográfica de las personas de la tercera edad. Estudio de caso, centro histórico de La Habana. *Cuadernos Geográficos*, 52(2013-1), 153-177.
- Borsdorf, A., y Hidalgo, R. (2013). Revitalization and tugurization in the historical centre of Santiago de Chile. *Cities*, 31(2013), 96-104.
- Chau, P., Gusmano, M., Cheng, J., Cheung, S., y Woo, J. (2014). Social vulnerability index for the older people-Hong Kong and New York city as examples. *Journal of urban health*, 91(6), 1048-1064.
- Chaux, W. (1998). *Auge, Caída y Levantada de Felipe Pinillo, Mecánico y Soldador o Yo voy a correr el riesgo*. Perú: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.
- Collins, K., Exton-Smith, A., y Doré, C. (1981). Urban hypothermia: preferred temperature and thermal perception in old age. *Br Med J (Clin Res Ed)*, 282(6259), 175-177.
- Cutter, S., Boruff, B., y Shirley, W. (2003). Social Vulnerability to Environmental. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261.
- Delgadillo, V. (2016). Ciudades iletradas: orden urbano y asentamientos populares irregulares en la ciudad de México. *Territorio* (35), 81-99.
- Dodge, M., Kitchin, R., y Perkins, C. (2011). *The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation*. Nueva York: John Wiley & Sons.
- Flanagan, B., Gregory, E., Hallisey, E., Heitgerd, J., y Lewis, B. (2011). A social vulnerability index for disaster management. *Journal of homeland security and emergency management*, 8(1), 1-22.
- García, N., y Villerías, S. (2016). Los niveles de vulnerabilidad social de la ciudad de Chilpancingo, Guerrero, México. *Revista Geografía de América Central*, (56), 259-288. doi:<http://dx.doi.org/10.15359/rgac.1-56.11>
- Gaspari, F., Rodríguez, A., Delgado, M., Senisterra, G., y Denegri, G. (2011). Vulnerabilidad ambiental en cuencas hidrográficas serranas mediante SIG. *Multequina*, 20(1), 03-13.

- González, C. (2013). El rol del lugar y el capital social en la resiliencia comunitaria posdesastre: Aproximaciones mediante un estudio de caso después del terremoto del 27/F. *Estudios Urbano Regionales*, 39(117), 25-48.
- González, A., y Gallegos, G. (2014). El producto interno bruto de los municipios de México: II. Estados MZ. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(8), 1405-1421.
- Gutiérrez, A. (2012). ¿Qué es la movilidad? Elementos para (re) construir las definiciones básicas del campo del transporte. *Bitácora*, 21(2), 61-74.
- Gutiérrez, J., y García, J. (2005). Cambios en la movilidad en el área metropolitana de Madrid: el creciente uso del transporte privado/Changes in the mobility in the Madrid metropolitan area. The increasing use of the private transport. *Anales de geografía de la Universidad Complutense*, (25), 331-351.
- Hernández, J., y Vieyra, A. (2010). Riesgo por inundaciones en asentamientos precarios del periurbano. Morelia, una ciudad media mexicana: ¿El desastre nace o se hace? *Revista de Geografía Norte Grande* (47), 45-62.
- INEGI. (1997). *Cuaderno Estadístico Municipal. Victoria. Estado de Tamaulipas*. Aguascalientes, Ags.
- \_\_\_\_\_. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Clave geoestadística 28041*. Aguascalientes, México: INEGI.
- \_\_\_\_\_. (2010a). *Compendio de información geográfica municipal 2010, Victoria, Tamaulipas*. Aguascalientes, Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [https://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/28/28041.pdf](https://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/28/28041.pdf)
- \_\_\_\_\_. (2010b). *Red hidrográfica. Escala 1:50 000. Edición 2.0. Región H. San Fernando - Soto la Marina (RH25A)*. Aguascalientes, Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/hidrogeolo/cuenca/702825006922\\_s.zip](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/hidrogeolo/cuenca/702825006922_s.zip)
- \_\_\_\_\_. (2014). *Cartografía geoestadística urbana, Victoria, Tamaulipas*. Aguascalientes, Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/urbana/SHP/Tamaulipas/SHP/702825672805\\_s.zip](https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/urbana/SHP/Tamaulipas/SHP/702825672805_s.zip)
- \_\_\_\_\_. (2022). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Jackson, P. (1985). Differential vulnerability and psychological health in unemployment. *The Statistician*, 34(1), 83-91.
- Kienberger, S., Blaschke, T., y Zaidi, R. (2013). A framework for spatio-temporal scales and concepts from different disciplines: the 'vulnerability cube'. *Natural Hazards*, 68(3), 1343-1369.
- Kim-Cohen, J., Moffitt, T., Caspi, A., y Taylor, A. (2004). Genetic and environmental processes in young children's resilience and vulnerability to socioeconomic deprivation. *Child development*, 75(3), 651-668.

- Krauss, A. (2013). Health Status of Children: Vulnerability and Educational Effects. En A. Krauss, *External Influences and the Educational Landscape*, 49(pp. 57-77). New York, NY: Springer Briefs in Economics.
- López, M., Fernández, G., Bojanich, M., y Alonso, M. (2005). Infección por *Toxocara canis* en población infantil vulnerable de la ciudad de Corrientes (Argentina). *Anales de Pediatría*, 58(5), 425-431.
- Martín, C. (2013). Vulnerabilidad y desempleo. *Gaceta Sindical* (20), 227-239.
- McLeman, R., y Hunter, L. (2010). Migration in the context of vulnerability and adaptation to climate change: insights from analogues. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, 1(3), 450-461.
- Méndez, R., y Prada, J. (2014). Crisis, desempleo y vulnerabilidad en Madrid. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 18(47), 1-13.
- Nazroo, J. (1998). Genetic, cultural or socio-economic vulnerability? Explaining ethnic inequalities in health. *Sociology of Health and Illness*, 20(5), 710-730.
- Nguyen, L., Raabe, K., y Grote, U. (2015). Rural–urban migration, household vulnerability, and welfare in Vietnam. *World Development*, (71), 79-93.
- Orozco, M. (2006). Escenarios interpretativos: Tendencias en la transformación de espacios rurales y periféricos de la Zona Metropolitana de la Ciudad de Toluca. *Investigaciones geográficas* (60), 110-126.
- Ovbiebo, M. (2011). Illiteracy and Vulnerability to HIV/AIDS: The Case of Igueben Women in Nigeria. *Problems of education in the 21st century*, (30), 97-112.
- Peek, L., y Stough, L. (2010). Children with disabilities in the context of disaster: A social vulnerability perspective. *Child development*, 81(4), 1260-1270.
- Pizarro, H. (2001). *La vulnerabilidad social y sus desafíos: una mirada desde América Latina*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Reckien, D. (2018). What is in an index? Construction method, data metric, and weighting scheme determine the outcome of composite social vulnerability indices in New York City. *Regional Environmental Change*, 1-13. DOI: 10.1007/s10113-017-1273-7.
- Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. (2018). *DesInventar. Sistema de Inventario de Desastres. Versión: 10.02.009*. Cali: Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. <https://www.desinventar.org>.
- Rengifo, H. (2008). Conceptualización de la salud ambiental: teoría y práctica (parte 1). *Revista Peruana de Medicina Experimental y salud pública*, 25(4), 403-409.
- Rojas, M. (2004). La vulnerabilidad y el riesgo de la vivienda para la salud humana desde una perspectiva holística. *Cuaderno Urbano* (4), 145-174.
- Rojas, M., Meichtry, N., Ciuffolini, M., y Vázquez, J. (2008). Repensando de manera holística el riesgo de la vivienda urbana precaria para la salud: un análisis desde el enfoque de la vulnerabilidad sociodemográfica. *Salud Colectiva*, (4), 187-201.

- Saideman, S. (1997). Explaining the international relations of secessionist conflicts: Vulnerability versus ethnic ties. *International Organization*, 51(4), 721-753.
- Schmidtlein, M., Deutsch, R., Piegorsch, W., y Cutter, S. (2008). A Sensitivity Analysis of the Social Vulnerability Index. *Risk Analysis*, 28(4), 1099-1114.
- Segura, E., y Escobar, A. (2005). Epidemiología de la enfermedad de Chagas en el estado de Veracruz. *Salud pública de México*, 47(3), 201-208.
- Sour, F. (1999). *Braquiópodos del misisípico inferior (osageano) de la formación Vicente Guerrero en el anticlinorio Huizachal - Peregrina, norte de Ciudad Victoria, Tamaulipas*. Facultad de Ciencias. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Tarasuk, V., y Eakin, J. (1994). Back problems are for life: perceived vulnerability and its implications for chronic disability. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 4(1), 55-64.
- Tate, E. (2012). Social vulnerability indices: a comparative assessment using uncertainty and sensitivity analysis. *Nat Hazards*, 63, 325-347. DOI:10.1007/s11069-012-0152-2
- Tovar, R. y Vázquez, S. (2017). Análisis geoestadístico de las muertes por neoplasia en la población con edad de 55 y más años en los municipios del estado de Veracruz. *Revista del Instituto de Salud Pública de la Universidad Veracruzana*, 13(25), 49-58. <https://www.uv.mx/msp/files/2014/04/Universalud-25.pdf>
- UNISDR. (2015). *Impactos de los Desastres en América Latina y el Caribe 1990-2013*. Ginebra: Oficina de las Naciones Unidas para Reducción de Riesgo de Desastres.
- Vázquez, S. (2013). *Análisis de la salud y calidad de vida en adultos mayores en dos zonas climáticas de Veracruz*. Instituto de Salud Pública, Universidad Veracruzana. Xalapa: Universidad Veracruzana.
- Vite, M. (2012). La discapacidad en México desde la vulnerabilidad social. *Polis*, 8(2), 153-173.



## Capítulo 2

### Aplicación de la normativa vigente en la rehabilitación de pavimentos asfálticos usando material de desecho producto del fresado

*Juana Treviño Trujillo*<sup>3</sup>

*René Bernardo Elías Cabrera Cruz*<sup>4</sup>

*Rafael Pichardo Torres*<sup>5</sup>

#### Resumen

La gestión de los desechos sólidos se ha convertido en un gran problema de todos los gobiernos en el mundo, la protección de la naturaleza es tema de gran importancia en las agendas internacionales. En el área de la ingeniería de pavimentos a nivel experimental en instituciones de educación superior, se cuenta con experiencia usando materiales reciclados como pulverización de neumáticos, desechos plásticos, fibras, entre otros; sin embargo con la aparición de máquinas recuperadoras de asfalto (fresadoras), que retiran la capa superficial de la carpeta, se da la posibilidad al reciclado de pavimentos, la cual es una práctica sustentable, que mitiga el deterioro del medio ambiente , reduciendo de forma significativa el uso de materiales pétreos de bancos vírgenes.

En esta investigación se muestran resultados del uso del pavimento asfáltico recuperado (RAP) al 100% como reemplazo del agregado pétreo en la rehabilitación de un pavimento a nivel experimental, dando cumplimiento a las normas que marca la Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes (SICT), que es el organismo que rige estas prácticas -recomendadas para su uso en bases de pavimentos flexibles o pavimentos de bajo volumen de tráfico-. El reto principal de los constructores es la aplicación de la normativa vigente en la rehabilitación de pavimentos, por ser procesos relativamente nuevos y porque las normas que se suelen emplear son para el uso de materiales convencionales y no de reciclaje.

**Palabras clave:** normativa, reciclaje, pavimentos, agregado pétreo.

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. Correo de contacto: [jmtrevino@docentes.uat.edu.mx](mailto:jmtrevino@docentes.uat.edu.mx)

<sup>4</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<sup>5</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

## Introducción

Actualmente existe gran preocupación en el aspecto ambiental a nivel mundial, debido a emisiones y calentamiento global, derivado del consumo energético excesivo en la vida cotidiana del ser humano.

Para el caso de construcción y reparación de carreteras, se está implementando el uso de materiales recuperados de carpetas asfálticas (RAP), por sus siglas en inglés, rejuveneciendo con diferentes tipos de asfaltos, buscando e implementando técnicas más eficientes para la reducción de dichas emisiones.

Incluir pavimento asfáltico recuperado en el diseño de nuevos pavimentos con mezclas asfálticas tiene numerosas ventajas para el medio ambiente. Los beneficios ambientales incluyen una reducción de la huella de carbono del pavimento o de cualquiera de sus usos finales.

En la sección de antecedentes se destacan diferentes estudios y teorías acerca del uso del RAP realizados en diferentes países y coinciden los diferentes autores en que esta práctica es válida e importante, con sus ventajas y desventajas; principalmente favorece al cuidado de medio ambiente y por otro lado se evita la explotación de bancos de material virgen, reusando la carpeta que se retira al momento de la rehabilitación de un pavimento. Se distinguen alternativas del uso del RAP en diferentes proporciones y con diferentes aditivos como rejuvenecedores, dando resultados, en la mayoría de los casos, positivos.

El objetivo de este trabajo consistió en validar el pavimento asfáltico recuperado hasta en un 100%, como sustituto de agregado mineral en la rehabilitación de pavimentos de dar cumplimiento y dando resultados positivos en el momento de las pruebas de la Metodología Marshall, comparando con la normativa vigente de SICT en México.

Se seleccionaron sitios de recuperación del RAP, de tramos o calles que actualmente se encontraban en rehabilitación, en la zona sur de Tamaulipas y Norte de Veracruz. Se obtuvo la granulometría de cada muestra de RAP, por sitio de ubicación, quedando las curvas granulométricas con resultados que se ubican dentro del rango permitido por la normativa SICT, siendo este resultado favorable, ya que la norma está diseñada para material virgen y, aun así, este material recuperado es aceptable para su reutilización.

En referencia a la aplicación de la Metodología Marshall para conocer la estabilidad y flujo de los especímenes elaborados con el 100% del RAP de los diferentes sitios y tipos de asfaltos adicionados, los resultados que se obtienen también se consideran aceptables, por no rebasar los límites permitidos por la normativa de la SICT.

Como conclusión parcial de esta investigación, se muestra para el uso y manejo del RAP, desde la identificación del sitio de recuperación, hasta determinar una ponderación para la reutilización del material recuperado por su proceso de fresado, con los datos de estabilidad y flujo de los especímenes, que es factible obtener así porcentajes aproximados del reciclaje de este material para carpetas, base, acotamientos o bermas, o caminos de bajo tránsito, en el sitio durante el fresado del tramo a rehabilitar.

### Reciclado de pavimentos asfálticos

En las últimas dos décadas, el uso de materiales reciclados de pavimentos asfálticos fresados en mantenimiento y rehabilitación de carreteras se ha vuelto cada vez más popular. Muchas agencias gubernamentales promovieron recientemente el uso de pavimento asfáltico reciclado (RAP) para reducir tanto el impacto ambiental causado por el uso de recursos naturales y su transporte, y los costos de operación de mantenimiento, que se usa como un agregado para la producción de nuevas mezclas. El RAP es el material recién fresado de un pavimento flexible durante la rehabilitación y la construcción y representa una alternativa útil a los materiales de origen natural porque reduce la necesidad de usar agregado virgen. También reduce, en cierta medida, la cantidad de nuevo y costoso aglutinante asfáltico requerido en la producción de mezclas de pavimento asfáltico (Romeo et al., 2019).

El desarrollo actual del reciclaje es ecológicamente seguro y ahorra energía desde el punto de vista de la protección del medio ambiente mundial. El alto costo asociado a la extracción de petróleo y materias primas ha motivado la búsqueda de nuevos materiales con la capacidad de combinar durabilidad y rendimiento a bajo costo (Kumari et al., 2019).

El asfalto, es un residuo del petróleo crudo y como tal, es una mezcla complicada compuesto de hidrocarburos complejos y derivados. En la actualidad, el asfalto ha sido ampliamente utilizado como material fundamental en la construcción de carreteras por su buena durabilidad, permeabilidad y propiedades viscoelásticas, etcétera (Li Zhihui et al., 2019).

Cuando existe una escasez de agregados naturales vírgenes, es necesario promover un enfoque sostenible para compensar la utilización de agregados naturales y una de las mejores alternativas es utilizar agregados reciclados. En algunas partes del mundo, recientemente se ha decidido adoptar el pavimento rígido como modo de construcción debido a la superioridad de los pavimentos rígidos sobre los flexibles (Farooq, 2018). Teniendo en cuenta la necesidad de sustituir los pavimentos flexibles por pavimentos rígidos, la preocupación por la eliminación de residuos y la escasez de áridos naturales allana el camino para la utilización

de áridos de pavimento asfáltico recuperado (RAP) en los pavimentos de concreto hidráulico (Farooq et al., 2018).

La escasez de suministro y el aumento de los costos de los agregados vírgenes han promovido el uso de materiales reciclados y alternativos de diversas fuentes. El uso de materiales reciclados como el pavimento de asfalto recuperado (RAP) y el agregado de concreto hidráulico reciclado (RCA) en la construcción de carreteras ya se ha convertido en una solución de ingeniería prometedora. Generalmente, se considera como una forma de alto valor agregado de usar RAP en mezcla de asfalto caliente o tibio. Sin embargo, no todos los RAP se pueden usar de esa manera. Las estadísticas de 19 países europeos muestran que solo el 61.06 % del RAP disponible se usó en mezcla de asfalto caliente o tibio (Surender et al., 2017).

Se utiliza una gran cantidad de RAP en otras aplicaciones o se almacena. El uso de RAP en una base o subbase ilimitada es una forma importante de aliviar el problema de las existencias. Según las estadísticas de la Asociación Europea de Pavimentos Asfálticos (EAPA), el 10 % del RAP disponible se utilizó en capas no consolidadas para Alemania en 2015, el 20 % para Italia, el 61 % para Noruega y el 98 % para Turquía (Yinghao Miao et al., 2018).

Los primeros esfuerzos sostenidos para recuperar y reutilizar viejos materiales de pavimentación asfáltica se llevaron a cabo, según el Programa Nacional de Investigación Cooperativa de Carreteras de los Estados Unidos, durante 1974 en Nevada y Texas. Los materiales presentes en pavimentos asfálticos antiguos pueden tener valor, incluso cuando los pavimentos han llegado al final de su vida útil. El reconocimiento del valor de los recursos agregados y asfálticos existentes aumentó el uso de RAP en pavimentos asfálticos nuevos. Además, el interés por el uso de RAP ha aumentado drásticamente desde las recientes subidas de precios del petróleo crudo y la energía en general. Al reutilizar los agregados y el asfalto de pavimentos deteriorados, la necesidad de nuevos materiales se reduce considerablemente y el costo total del pavimento mejorado será menor. Además, varios estudios han demostrado que las mezclas asfálticas que contienen RAP pueden tener un rendimiento equivalente al de las mezclas vírgenes. Por otra parte, el tratamiento del RAP en las instalaciones de Asfalto Mezclado en Caliente (AMC) planteaba algunas preocupaciones medioambientales en cuanto a los diferentes niveles de emisiones de hidrocarburos y polvo. La preocupación por limitar la cantidad de vapores de hidrocarburos, o *humo azul* como se le llama comúnmente, llevó al desarrollo de nuevas tecnologías de secado y procesamiento, como el mezclador de tambores de flujo en contador, en un esfuerzo por procesar altos porcentajes de RAP sin impacto negativo en las emisiones de una instalación de mezcla en caliente (Elie et al., 2011).

Las propiedades del RAP dependen en gran medida de las propiedades de los materiales constituyentes, es decir, las propiedades del agregado y del aglutinante recuperado. La composición del RAP también se ve afectada por las actividades previas de mantenimiento que se aplicaron al pavimento existente. Además, a veces el RAP de varios proyectos se mezclan en una sola pila de almacenamiento donde también están presentes materiales nocivos o de menor calidad. En consecuencia, se introduce una alta variabilidad en los materiales de RAP que afectan a las propiedades de RAP. Algunas investigaciones han demostrado que la variabilidad del RAP puede ser controlada y puede no ser tan grande como se esperaba, mientras que otras muestran que la alta variabilidad en el material de RAP afecta en gran medida a la variabilidad del contenido de asfalto y la gradación de la mezcla de producción, especialmente en los porcentajes más altos de RAP.

### Ventajas del reciclaje del RAP

El reciclaje de RAP en nuevas mezclas bituminosas presenta beneficios ambientales y económicos. Las principales ventajas del reciclaje de RAP destacadas en la bibliografía consultada son las siguientes:

1. Menos emisiones.
2. Menor uso de materias primas y la consiguiente reducción en su exploración.
3. Menores costos asociados con el transporte y operación de materias primas.
4. Menor consumo de energía y uso de combustible en el transporte.
5. Menor disposición en vertederos.

El uso de RAP ha aumentado desde su inicio en 1915, pero solo se convirtió en una práctica después de principios de la década de 1970, cuando los precios del aglutinante de betún subieron bruscamente como resultado del embargo árabe del petróleo de 1973 (West, 2015; Zaumanis, 2014). La industria estadounidense de pavimentos asfálticos, en respuesta a eso, desarrolló tecnologías de reciclaje que ayudaron a reducir la demanda de ligantes bituminosos y, por lo tanto, reducir el costo de las mezclas bituminosas (Willis, 2013).

La incorporación de RAP en nuevas mezclas bituminosas ha ganado apoyo en los últimos años, debido a las políticas que apuntan a adoptar enfoques más ecológicos y sostenibles. El reciclaje de mezclas bituminosas es un paso adelante en la dirección de sistemas de pavimento sostenibles. El uso de RAP en nuevas mezclas bituminosas proporciona una base vital para el desarrollo económico y medioambiental sostenible. El uso de RAP reduce el agotamiento de los recursos de calidad en los rellenos sanitarios, a saber, betún y áridos (Silvia, 2012).

## Metodologías del reciclaje

Las capas de pavimento asfáltico generalmente se eliminan mediante fresado o remoción en profundidad. El fresado implica la eliminación de la superficie del pavimento mediante una fresadora que puede eliminar hasta 50 mm de espesor en una sola pasada. Por lo tanto, los materiales con diferentes calidades se pueden mantener separados, fresando cada capa individual de pavimento. Además, el fresado brinda la oportunidad de mejorar significativamente la suavidad de la superficie de los pavimentos fresados, lo que a menudo elimina la necesidad de preparación adicional antes de pavimentar (Don Brock, 2016).

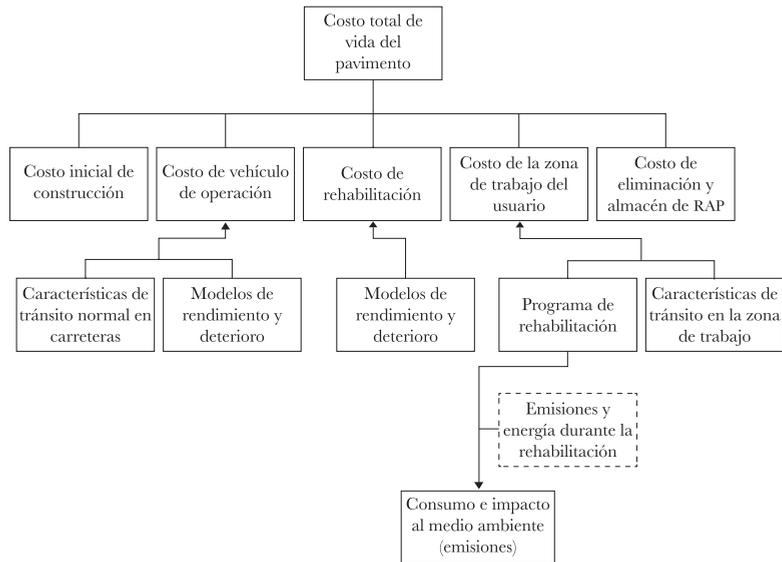
Las fresadoras de hoy en día pueden equiparse con una variedad de patrones de tambor de corte (Group, 2017) La alteración en el espacio entre dientes del cortador en el tambor permite a los contratistas utilizar un espacio entre dientes que varía de 25 mm (patrón de excavación) a 3 mm (patrón de micro-fresado). Más dientes producen patrones más finos, como el micro-fresado, pero las tasas de producción siguen siendo bajas. Más espacio entre los dientes conduce a tasas de producción más altas, pero genera una superficie más gruesa.

Una mezcla bituminosa tiene un período de uso limitado y, por lo tanto, debe reemplazarse después de este período. Como resultado, cada año se gastan muchos miles de millones de euros en la construcción, rehabilitación y mantenimiento de carreteras.

Las operaciones de mantenimiento de una infraestructura vial producen una cantidad considerable de RAP que se puede reciclar sin que su funcionalidad sea degradada, como se mencionó anteriormente. De esta forma, las mezclas recicladas en uso volverán a sufrir un período de Fin de Vida (EoL) y deberán ser reemplazadas y consecuentemente recicladas (ver Figura 1), en esta imagen se muestra el ciclo de vida del pavimento. Por tanto, es necesario evaluar la capacidad de reciclado múltiple de la mezcla bituminosa.

## Figura 1

### Ciclo de vida del pavimento



Fuente: James Richard Willis, Prácticas mejoradas de diseño, evaluación y gestión de materiales de mezcla para asfalto de mezcla en caliente con alto contenido de pavimento de asfalto recuperado (2013).

## Factores que afectan el diseño de pavimentos

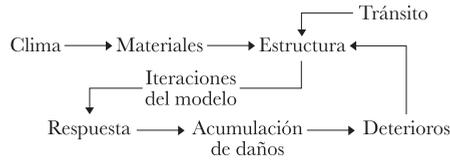
Las cuatro variables principales para considerar en el diseño estructural de pavimentos son:

- Tránsito vehicular
- Criterios de falla
- Estructura y propiedades de los materiales
- Factores ambientales

La vida de diseño de un pavimento es resultado de la interacción entre estas variables, además del proceso constructivo y trabajos de mantenimiento. El proceso de interacción de dichas variables puede apreciarse en la Figura 2.

## Figura 2

*Factores que afectan el diseño de pavimentos*



Fuente: Garnica (2004).

## Estudios de RAP en México

Muchos países alrededor del mundo han estado mejorando el desempeño de los pavimentos mediante la investigación e innovación en materiales y métodos de construcción. Aunque en México se han producido algunos avances en este ámbito, el apoyo del gobierno es esencial para impulsar nuevos desarrollos adaptados a las condiciones locales. La conservación de las carreteras podría beneficiarse considerablemente con la aplicación de políticas públicas relacionadas con las diversas cuestiones mencionadas en los puntos anteriores. Además, la existencia de tales políticas simplificaría considerablemente la comunicación con los grupos de interés del sector vial (Anguas, 2021).

En los últimos 10 años, en México se ha trabajado en experimentos de este tipo, del uso del RAP, como reemplazo de agregado pétreo, en diferentes porcentajes, por investigadores del Tecnológico de Monterrey y de la Asociación Mexicana del Asfalto, A.C., a lo que han denominado Experiencia de Reciclado en México y han obtenido diversos resultados, que se han presentado en congresos nacionales y latinoamericanos. Aunque el concepto de usar materiales procedentes de los pavimentos envejecidos o fuertemente dañados en la construcción, mantenimiento o reconstrucción de vialidades en el mundo ya tiene muchos años como “buenas prácticas”. En el ámbito caminero se ha popularizado el término RAP (Reclaimed Asphalt Pavement), que consiste en recuperar material de vialidades y volverlo a usar en vialidades (Fonseca et al., 2015).

Esta investigación, deja en perspectiva, que si bien es cierto, que existen un buen número de investigaciones que han aportado buenas reflexiones acerca del reuso, también es cierto que no existen resultados científicos del uso del 100% del RAP, como reemplazo del agregado mineral, en rehabilitación de carreteras; si se conocen buenas prácticas, entre los contratistas o llamados asfalteros, que acopian la capa de asfalto que retiran, y la rejuvenecen con aditivos o asfaltos en diferentes presentaciones, y lo vuelven a colocar como base o en ocasiones hasta en capas de rodadura, sin embargo no se han realizado las pruebas suficientes para comprobar que esta nueva

mezcla, cumple con las propiedades de estabilidad y flujo, por los métodos más conocidos, como la Metodología Marshall. Motivo por el cual, en esta investigación, se mostrará que, a nivel experimental en laboratorio, se han elaborado especímenes usando el 100% RAP como reemplazo del agregado mineral y han cumplido con las normas existentes, que son para el uso de material virgen o de banco.

### Objetivo principal

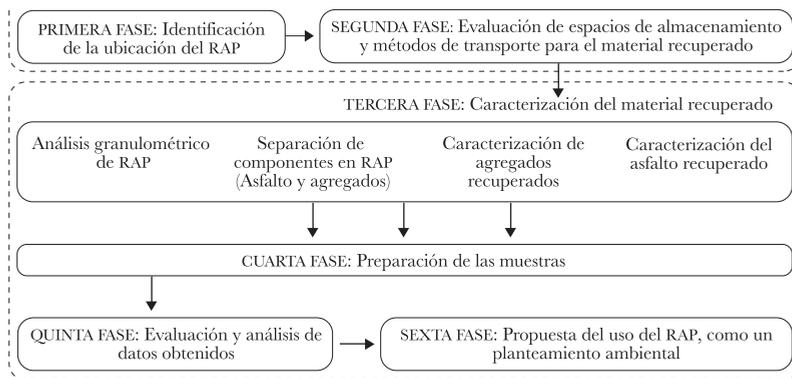
En este trabajo se propone como alternativa para minimizar la generación de residuos sólidos asfálticos (RSA), a través de una metodología integral, que incluya las fases del tiempo de vida útil del RAP, desde su muestreo hasta su aprovechamiento o desecho, de acuerdo con la evaluación de sus características, para determinar su posible reutilización en carpetas nuevas, apegándose a la normativa vigente que regula la SICT.

### Metodología

En investigación reciente, realizada para la minimización de los residuos sólidos asfálticos, de manera general se propone la siguiente metodología, que se muestra en la Figura 3:

**Figura 3**

*Fases del manejo y experimentación con material RAP*



Fuente: elaboración propia.

Sin embargo, para efecto de mostrar el cumplimiento de la normativa vigente de la SICT en el uso del RAP como reemplazo del agregado mineral en una muestra nueva de asfalto, se deberá apegar a las normas siguientes:

1. Las muestras de material asfáltico recuperado se deberán obtener de acuerdo con el manual de **M-MMP-4-05-001**, Muestreo de Materiales Asfálticos, de la SICT.
2. Con el fin de asegurar que el pavimento asfáltico recuperado cumpla con la norma vigente, deberá ser evaluado de acuerdo con:
  - a. el método de muestreo y pruebas de materiales de la SICT, que es la norma **N-CMT-4-04**, Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas; y
  - b. la norma **N-CMT-4-05-001**, Calidad de Materiales Asfálticos, con el fin de obtener valores representativos en el material recuperado.
3. Una vez recuperado el pavimento para su uso como reemplazo del agregado pétreo, se apega el manual de la SICT **M-MMP-4-05-034**, Método Marshall para mezclas asfálticas de granulometría densa, para evaluar su estabilidad y flujo y validar su aplicación en carpeta asfáltica nueva.

## Resultados y discusión

Se identificaron 5 tramos carreteros en reparación en diferentes sitios, 3 en la zona sur de Tamaulipas, 1 en González Tamaulipas y 1 en el norte de Veracruz, aplicándose la 1ª. fase de la metodología planteada, que consistió en la toma de muestras de materiales recuperados (RAP) de carpetas asfálticas en proceso de reparación en tramos carreteros.

De acuerdo con la normativa SICT de Muestreo de Materiales Asfálticos, de la SICT, se obtuvieron las muestras de material asfáltico recuperado RAP, en los tramos previamente identificados, aplicando el método de muestreo y pruebas de materiales, así como también la norma de calidad de materiales asfálticos para conocer valores representativos en la muestra de material recuperado.

Los resultados obtenidos después de realizar la granulometría en las diferentes muestras son las siguientes:

*Tramo de carretera González-Hidalgo km. 15+600*

**Tabla 1**

*Granulometría de material recuperado de carretera González-Hidalgo*

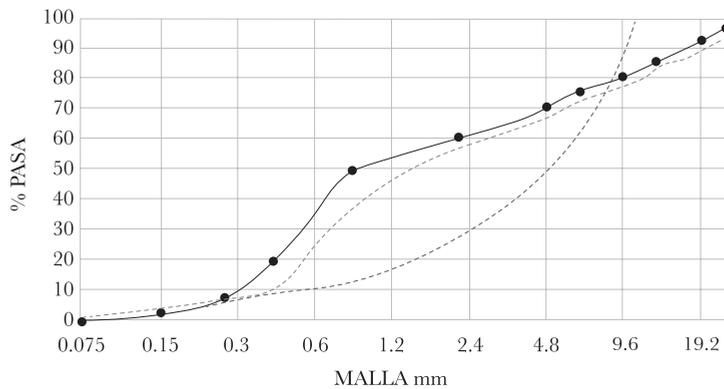
Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
1"	25	88.5	100
3/4"	19	79.8	100
1/2"	12.5	65.0	90-100
3/8"	9.5	53.8	76-90
1/4"	6.3	38.8	56-69

Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
4	4.75	31.9	45-59
10	2	15.7	25-35
20	0.85	8.6	15-22
40	0.425	3.9	11-16
60	0.25	2.4	8-13
100	0.15	1.0	5-10
200	0.075	0.4	2-6

Fuente: elaboración propia.

#### Figura 4

Curva granulométrica RAP carretera González-Hidalgo



Fuente: elaboración propia.

Tramo carretero Tampico-Mante, km. 49 del poblado de Esteros en Altamira, Tamaulipas

#### Tabla 2

Granulometría de material recuperado de carretera Tampico- Mante

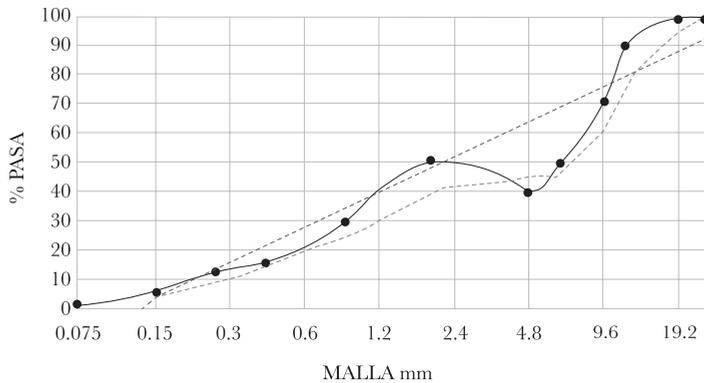
Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa la malla	Especificación
1"	25	100	100
3/4"	19	100	100
1/2"	12.5	91.55	90-100
3/8"	9.5	71.22	76-90
1/4"	6.3	49.29	56-69

Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa la malla	Especificación
4	4.75	39.78	45-59
10	2	51.27	25-35
20	0.85	30.35	15-22
40	0.425	16.05	11-16
60	0.25	11.54	8-13
100	0.15	4.33	5-10
200	0.075	1.60	2-6

Fuente: elaboración propia.

### Figura 5

Curva granulométrica RAP carretera Tampico-Mante



Fuente: elaboración propia.

Calle Chairel, Col. Pescadores, Tampico, Tamaulipas

### Tabla 3

Granulometría de material recuperado de calle Chairel

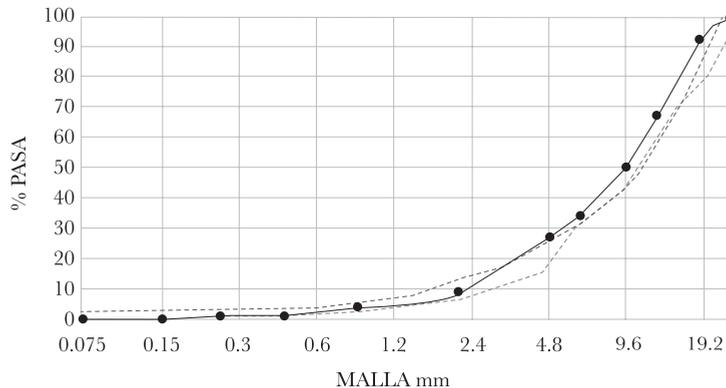
Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
1"	25	88.5	100
3/4"	19	79.8	100
1/2"	12.5	65.0	90-100
3/8"	9.5	51.0	76-90
1/4"	6.3	34.0	56-69
4	4.75	26.0	45-59

Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
10	2	8.0	25-35
20	0.85	3.0	15-22
40	0.425	1.0	11-16
60	0.25	1.0	8-13
100	0.15	0.0	5-10
200	0.075	0.0	2-6

Fuente: elaboración propia.

### Figura 6

Curva granulométrica RAP calle Chairel



Fuente: elaboración propia.

Estacionamiento de la Facultad de Ingeniería, Centro Universitario Sur

### Tabla 4

Granulometría de material recuperado de FIUAT

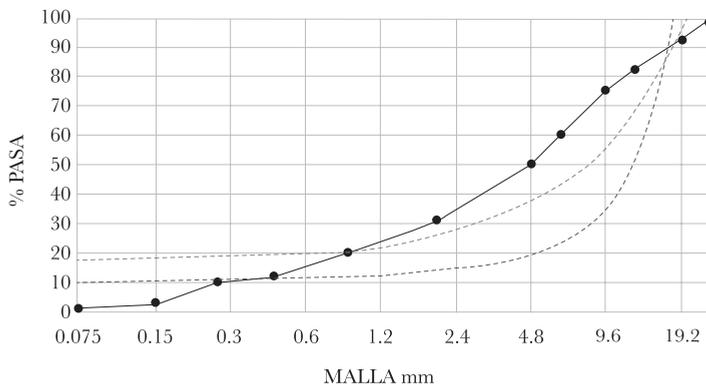
Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
1"	25	100.0	100
3/4"	19	94.0	100
1/2"	12.5	83.0	90-100
3/8"	9.5	51.0	76-90
1/4"	6.3	59.0	56-69
4	4.75	50.0	45-59
10	2	31.0	25-35

Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
20	0.85	21.0	15-22
40	0.425	13.0	11-16
60	0.25	10.0	8-13
100	0.15	3.0	5-10
200	0.075	1.0	2-6

Fuente: elaboración propia.

### Figura 7

Curva granulométrica RAP estacionamiento FIUAT



Fuente: elaboración propia.

### Tramo carretero Puente El Prieto-Congregación Anáhuac, Veracruz

**Tabla 5**

Granulometría de material recuperado de carretera Puente Prieto-Anáhuac, Veracruz

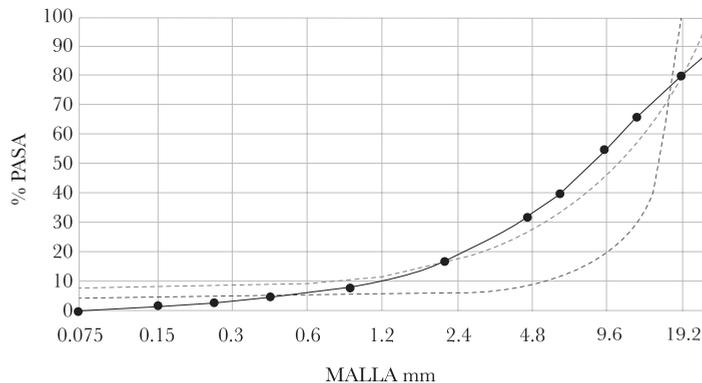
Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
1"	25	88.5	100
3/4"	19	79.8	100
1/2"	12.5	65.0	90-100
3/8"	9.5	53.8	76-90
1/4"	6.3	38.8	56-69
4	4.75	31.9	45-59
10	2	15.7	25-35
20	0.85	8.6	15-22

Composición granulométrica			
Malla N°	Malla mm.	% Pasa	Especificación
40	0.425	3.9	11-16
60	0.25	2.4	8-13
100	0.15	1.0	5-10
200	0.075	0.4	2-6

Fuente: elaboración propia.

### Figura 8

*Curva granulométrica RAP carretera Puente Prieto-Anáhuac, Veracruz*



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de la granulometría del material recuperado, mostrados en las tablas anteriores, se aprecia que los valores obtenidos cumplen con la normativa que regula la SICT, en cuanto a las mallas correspondientes para el agregado pétreo que debe constituir una carpeta asfáltica nueva, aún que es material reciclado. Por lo tanto, es válido que se utilice este material, como agregado mineral para nuevas carpetas, sin embargo, considerando su procedencia, se debe ser pertinente en su nuevo uso, y la recomendación es que sea para caminos secundarios, ciclovías o peatonales, carpetas, bases o acotamientos.

Es importante destacar que, en esta práctica, se utilice el equipo y maquinaria que marca la normativa vigente para la obtención de óptimos resultados, además que en la medida que sea posible implementar un laboratorio móvil, que determine en el sitio de la recuperación del RAP, de forma predictiva, si es válido para carpeta o para otro uso en el proceso de rehabilitación de carreteras, que esto facilitaría el destino final de los residuos, así también reduce el tiempo del proceso.

Se puede concluir que tanto la maquinaria, el equipo, la herramienta, el personal, la disponibilidad del sitio de recuperación de RAP y las normas, son pasos obligados a cumplir, con el fin de validar el material recuperado. Los requerimientos para realizar el fresado en un tramo de vía, se deberá usar el equipo y accesorios que marca la normativa SICT en el manual de Métodos de Muestreos y Prueba de Materiales M-MMP-4-04-001/05 y en el caso de la disponibilidad del sitio de recuperación, este deberá ser gestionada ante las autoridades correspondientes, dependiendo de la ubicación del tramo.

Además, después de haber realizado las pruebas granulométricas, estas muestran que son compatibles de acuerdo con los parámetros de la norma SICT, que los porcentajes que pasan la malla de 1” es suficiente y quedan dentro de los parámetros permitidos en la norma; es de destacar que la norma oficial está diseñada para material virgen y en este trabajo se está demostrando la utilidad de adaptar la norma para un residuo.

Las muestras de RAP al 100 %, se adicionaron con diferentes rejuvenecedores (asfalto virgen, asfalto modificado con elastómeros y 3 tipos de asfalto de grados PG 70-16, 76-16 y 82-16), en pruebas de laboratorio de estabilidad y flujo (kg y mm respectivamente), estos parámetros obtenidos, están muy cerca de los rangos aceptables de la normativa SICT y esto nos permite determinar sus posibles aplicaciones en carpetas, bases o acotamientos.

## Referencias

- AnandJ. Puppala, L. R. (2011). Respuesta de módulos resilientes de agregados de pavimento asfáltico recuperados moderadamente tratados con cemento. (7), 990–998. J. Mater. Civ. Ing. 23. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-553](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-553)
- Anguas, P. (abril-junio de 2021). Pavimentar es un arte. *Asfáltica*(66).
- Antunes, V. (2019). A review on the effect of RAP recycling on bituminous mixtures properties and the viability of multi-recycling. *Construction and Building Materials*, 211, 453-469. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.258>
- Antunes, A. (s.f.). Una revisión sobre el efecto del reciclaje de RAP en las propiedades de las mezclas bituminosas y la viabilidad del reciclaje múltiple al Instituto Superior Técnico. Av. Rovisco Pais, 1049-001: Universidade de Lisboa.
- Balshin, M. (1949). Relación de las propiedades mecánicas de los metales en polvo y su porosidad y las propiedades últimas de los materiales cerámicos de metal poroso. 67(5), 831-834. canad. j. civ. eng. 67(5) (1949) 831-834: J. Civ. Eng.
- Changqing, C. (2014). Pavement Properties of Asphalt Modified with Packaging-Waste Polyethylene. *Journal Of Vinyl and Additive Technology*. DOI: 10.1002/vnl.21328.
- Collette, J. (julio de 2010). Recycled asphalt pavement (RAP) preparation system. *US Patent 7,758,235B1* .

- Departamento de Transporte de EE.UU. (2014). *Estimación de la tolerancia al daño de los aglutinantes de asfalto utilizando el barrido de amplitud lineal*. Washington DC: Asociación estadounidense de funciones estatales de carreteras y transporte.
- Dinis-Almeida, M., Castro-Gomes, J., y Antunes, M. (2012) Desempeño mecánico y evaluación económica del asfalto reciclado. *Warmmix, Proc. Soc. Behav. Sci.* 286-296. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.881>
- Don Brock, L. (2016). Fresado y reciclaje. *Documento técnico T-127*. Chattanooga, EE. UU.
- Elena, M. (2019). Evaluation of “long-term behaviour under traffic” of cement treated mixture with RAP. *Construction and Building Materials*, 208, 421-426. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.03.045>
- Francis, T. (24 de Noviembre de 2007). Laboratory Evaluation of Mixes Containing RAP.
- Gabriel, H. (octubre de 2018.). Innovación en la mejora de módulos de reforzamiento de ligantes asfálticos mediante el uso de elastómeros de estireno-butadieno. *Seminario Internacional AMAAC. 4-6*. Tijuana, B.C., México.
- Herández, G. (2018). SBS polymer-modified asphalt used in paving applications including hot and cold mix. *Currend trends in polymer science*, 18, 85-93.
- Inventario de material virgen en San Luis Potosí. (s.f.). [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco\\_de\\_Materiales\\_2017/SAN\\_LUIS\\_POTOSI-INBM\\_2017.pdf.25/09/2021](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco_de_Materiales_2017/SAN_LUIS_POTOSI-INBM_2017.pdf.25/09/2021)
- Inventario de material virgen en Tamaulipas. (s.f.). [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco\\_de\\_Materiales\\_2018/INBM\\_TAMAULIPAS\\_2018.pdf.25/09/2021](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco_de_Materiales_2018/INBM_TAMAULIPAS_2018.pdf.25/09/2021)
- Inventario de material virgen en Veracruz. (s.f.). [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco\\_de\\_Materiales\\_2018/INBM\\_VERACRUZ\\_2018.pdf.25/09/2021](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Banco_de_Materiales_2018/INBM_VERACRUZ_2018.pdf.25/09/2021)
- Kumar, R. (2014). Pavimentos asfálticos recuperados en mezclas bituminosas. 24.
- Li Zhihui, Z. (2019). discriminating wavenumbers selection of ATR-FTIR spectra for identifying graded asphalt. *Construction and Building Materials*, 214, 565-573. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2019.04.068>
- Li, Q. C. (2018). Fatigue resistance investigation of warm-mix recycled asphalt binder, mastic, and fine aggregate matrix. *Fatigue Fract Eng Mater Struct.*, 41, 400– 411. DOI: <https://doi.org/10.1111/ffe.12692>
- Lyubarskaya, M. (2017). Integrated approach to using technology of reclaimed asphalt pavement (RAP). *Procedia Engineering*, 189 , 860-866 . Transportation Geotechnics and Geoecology, TGG. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.05.134
- M-MMP-4-04-001/02. (s.f.). Muestras de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas. *Métodos de Muestreo y Prueba de Materiales*. IMT. Instituto Mexicano del Transporte. <https://normas.imt.mx/normativa/M-MMP-4-04-001-02.pdf.04/10/2021>

- M-MMP-4-04-005/08. (s.f.). Partículas Alargadas y Lajeadas de Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas. *Métodos de Muestreo y Prueba de Materiales*. IMT. Instituto Mexicano del Transporte. <https://normas.imt.mx/normativa/M-MMP-4-04-005-08.pdf>.04/10/2021
- Modarres, Z. (2014). Propiedades mecánicas del rodillo compactado hormigón que contiene cáscara de arroz con material de pavimento asfáltico original y reciclado. *64*, 227-236.
- N-CMT-4-05-004/18. (2021). Materiales Asfálticos, Aditivos y Mezclas. *Calidad de Cementos Asfálticos según su Grado de Desempeño (PG)*. IMT. Instituto Mexicano del Transporte. <https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-4-05-004-18.pdf>.11/10/2021
- NADF-007-RNAT-2013. (26 de febrero de 2015). Clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción y demolición, en el Distrito Federal. Secretaría del Medio Ambiente.
- N-CMT-4-04/17. (s.f.). Materiales Pétreos para mezclas asfálticas. *Materiales para pavimentos*. IMT. Instituto Mexicano del Transporte. <https://normas.imt.mx/normativa/N-CMT-4-04-17.pdf>.11/10/2021
- N-CMT-4-05-002/006. (s.f.). Calidad de Materiales Asfálticos Modificados. *Materiales, Aditivos y Mezclas*. IMT. Instituto Mexicano del Transporte. <https://normas.imt.mx/normativa/n-cmt-4-05-002-06.pdf>.12/10/2021
- NOM-083-Semarnat-2003. (20 de octubre de 2004). Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
- NOM-161-Semarnat-2011. (30 de septiembre de 2014). criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente.
- Paul, H. (2004). *Asfaltos modificados*. En *Comportamiento de mezclas asfálticas modificadas con SBR*. Sanfadila, Querétaro, México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte.
- \_\_\_\_\_. (2005). *Generalidades sobre mezclas asfálticas*. En *Caracterización geomecánica de mezclas asfálticas* (104). Sanfadila, Querétaro, México: Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Instituto Mexicano del Transporte.
- Thakur, J. (2012). Rendimiento de bases de pavimento de asfalto reciclado reforzado con geoceldas (RAP) sobre subrasante débil bajo carga de placa cíclica, *Geotexto. Geomembranas*, (35), 14-24.
- Sachi, G. (2016). Deformation and cracking performance of recycled asphalt paving mixes containing polymermodified binder. *Road Materials and Pavement Design*. DOI: 10.1080/14680629.2016.1181559
- Sholz, T. (1995). *Durabilidad de las mezclas bituminosas de pavimento*. Nottingham Reino Unido: Universidad de Nottingham.

- Statistic, B. (2014). *U.S. Department of Labor*. <https://www.bls.gov>
- Surender, G. (2017). economical processing technique to improve RAP inclusive concrete properties. *Construction and Building Materials*, 148, 734-747. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildm.2017.05.030>
- Williams, S. (2015). La influencia de la mezcla de asfalto caliente en aglutinantes en mezclas que contienen materiales asfálticos reciclados, *Construction and Building Material*. 50-58.
- Yu, M. (2014). Caracterización reológica, microscópica y química del efecto rejuvenecedor sobre los aglutinantes de asfalto. *Fuel* 135, 162-171. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2014.06.038>
- Yu, X. (2017). Aplicación de un alto porcentaje de asfalto recuperado pavimento en una mezcla asfáltica: proceso de mezcla y rendimiento. *investigación, Road Mater. Pavimentar*, 3, 753-765. Diseño 18.
- Zhang, D. (2017). Evaluación de la sostenibilidad de pavimentos con materiales reciclados. 1283-1291. (C. P-T. Group, Ed.) Londres, Reino Unido. doi:10.1201/9781315100333-185
- Zhen Leng, A. (2018). Value-added application of waste PET based additives in bituminous mixtures containing high percentage of reclaimed asphalt pavement (RAP). *Journal of Cleaner Production*. 196, 615-625. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.06.119>.
- Zhou, X. (2019). Rutting and fatigue cracking performance of SBS-RAP blended binders with a rejuvenator. *Construction and Building Materials*, 203, 294-303. DOI: <https://doi.org/10.1016/j>



## Capítulo 3

### Plataforma educativa orientada a adultos mayores para la enseñanza de computación

*Omar Alejandro Morales Acevedo<sup>6</sup>*

*José Antonio Castán Rocha<sup>7</sup>*

*Salvador Ibarra Martínez<sup>8</sup>*

#### Resumen

La tecnología ha llegado para quedarse en nuestra vida diaria. Muchas actividades básicas de una computadora se han estandarizado y se da por hecho que la mayoría de la población sabe cómo realizarlas, pero la realidad es otra. Los adultos mayores son uno de los sectores más afectados con la llegada de las nuevas tecnologías, pues muchas veces el rezago digital crea una brecha entre el adulto mayor y la tecnología, provocando que las relaciones personales y laborales se vean afectadas.

En el presente trabajo de investigación se desarrolló una plataforma educativa orientada a adultos mayores para la enseñanza de computación, con el fin de incrementar sus conocimientos y habilidades para desarrollar ciertas actividades en una computadora. Al usar la aplicación el adulto mayor obtuvo resultados favorables al traspasar el conocimiento de las actividades de la plataforma al mundo real, esto en comparación con sus interacciones anteriores con una computadora.

**Palabras clave:** plataforma digital, educación, adulto mayor.

#### Introducción

En años recientes la implementación de las nuevas tecnologías en la sociedad actual ha avanzado rápidamente trayendo beneficios importantes para las personas en el campo laboral o en su vida social. De acuerdo con Rangel (2010), los investigadores, profesionistas, administradores y técnicos, con el apoyo de fondos públicos y privados, desarrollan innovaciones tecnológicas y científicas. Estos esfuerzos están dirigidos a satisfacer los intereses de los propios miembros de la sociedad. Del mismo modo, las actividades de ciencia y tecnología giran en torno a su función, principalmente para la formación de investigadores y nuevos científicos para continuar estas actividades

---

<sup>6</sup> Estudiante de Doctorado. División de Estudios de Posgrado. Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller. Universidad Autónoma de Tamaulipas

<sup>7</sup> Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller. Universidad Autónoma de Tamaulipas

<sup>8</sup> Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller. Universidad Autónoma de Tamaulipas

de forma ininterrumpida. La humanidad celebra los mejores resultados con aliento y recompensa, y el Premio Nobel es el honor más alto que se otorga cada año. Sin embargo, en la sociedad hay beneficiarios y usuarios de los resultados del desarrollo de la ciencia y la tecnología en primer lugar, y paradójicamente, parece que la sociedad se pierde fácilmente.

“Nuestro mundo está sufriendo una serie de profundos cambios, la era del conocimiento y los avances tecnológicos están afectando cada uno de los ámbitos de nuestra existencia” (Rosanegra et al., 2017). Por ejemplo, en la educación por medio de una aplicación móvil los estudiantes pueden acceder a librerías virtuales desde dispositivos inteligentes sin la necesidad de desplazarse; en los negocios aceleran los procesos de prestación de servicios y reducen los tiempos de espera entre clientes y proveedores; en la comunicación, el proceso se ha simplificado y parte de la población es capaz de escribir un correo electrónico; en las relaciones humanas el contacto entre individuos es vital a través de redes sociales pues se pueden encontrar viejos amigos y conocidos e incluso conocer personas nuevas.

Pese a la “globalización virtual existente”, la proliferación de tecnología que está invadiendo la vida cotidiana de millones de personas, la industria y la economía de mercado creada en torno a la tecnología, casi todo lo que un individuo puede o no puede hacer es el resultado de su aprendizaje. Es importante reconocer las diferentes cogniciones, percepciones y estilos de aprendizaje de los estudiantes. (Cózar-Gutiérrez et al., 2016), la realidad es que la implementación de la tecnología en la vida cotidiana tiene aspectos negativos sobre todo para la población que no cuenta con el acceso y el conocimiento para dar uso efectivo de ella. Este es el caso de los adultos mayores los cuales pueden llegar a desconocer cuál es la utilidad de algunos dispositivos e instrumentos que pueden mejorar su calidad de vida.

## Definición del problema

La revolución digital ha avanzado tan rápido en los últimos años que se puede observar un rezago en los conocimientos del adulto mayor hacia las actividades más básicas de la computación; mandar un *e-mail*, llenar credenciales de inicio de sesión, usar un procesador de texto. Estos ejemplos de actividades que realizamos todos los días haciendo uso de las nuevas tecnologías están tan presentes y a veces son tan intuitivas que se da por hecho que un adulto mayor sabe cómo hacerlo cuando en muchos casos es todo lo contrario, el adulto mayor se puede sentir alejado de las tecnologías debido a algunas causas, como las siguientes:

- *Utilidad:* Al desconocer la utilidad de los dispositivos y aplicaciones que pueden facilitar y mejorar su calidad de vida.

- *Complejidad:* Puede ser abrumador entender la funcionalidad de aparatos complejos. Un gran porcentaje de los adultos mayores no se atreven a utilizar los dispositivos por el temor al fracaso o hacer algo mal y descomponer el aparato.

## La segregación de la tercera edad en la sociedad de consumo

En la actualidad los medios masivos publicitan en gran medida los nuevos productos tecnológicos. Pero, al no ser los adultos mayores el objetivo principal del producto, pocas veces los podemos ver representados en anuncios. Lo que genera un sentimiento de indiferencia y desinterés hacia los productos por parte de este sector.

Fernández (2016), dice que “las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TICs) se transformaron en otro de los fenómenos de la sociedad actual, convirtiéndose en parte de la vida cotidiana, eliminando barreras y abriendo espacio de dimensión lúdica, práctica, productiva y de aprendizaje” (p. 108).

Sin embargo, para que los adultos mayores puedan acceder y utilizarlas adecuadamente, necesitan buenos métodos de aprendizaje porque se desalientan totalmente si no saben cómo usar la tecnología o cómo integrarla en su vida diaria. Actualmente una gran mayoría de estos adultos mayores cuentan con un teléfono inteligente el cual utilizan todos los días pues los sistemas para celulares tienden a ser más intuitivos y solo requieren presionar la pantalla para lograr respuesta inmediata por parte del aparato. Haciendo uso del celular y por medio de una aplicación didáctica, el adulto mayor puede aprender los conceptos básicos de una computadora de una manera ilustrativa e intuitiva.

## Objetivos

### Objetivo general

Desarrollar una plataforma educativa orientada a los adultos mayores para la enseñanza de conceptos básicos de la computación.

### Objetivos específicos

- Identificar los contenidos temáticos de la plataforma
- Seleccionar al entorno de desarrollo adecuado para la plataforma
- Diseñar a la interfaz gráfica de la plataforma
- Desarrollar la programación de la plataforma
- Validar la satisfacción del usuario

## Justificación

Las personas mayores tienen que trabajar y esforzarse más que el resto de la sociedad para adaptarse y desarrollarse a un ritmo comparable al de la tecnología. Deben

formar parte del presente de una forma más positiva y visible, porque al aprovechar las nuevas tecnologías, son uno de los sectores que más beneficios puede obtener. El uso de teléfonos celulares, internet y otros, puede jugar un papel importante en el envejecimiento saludable debido a su capacidad de interactuar y comunicarse con otros entornos, acceder a información, mejorar su autoestima, ayudar a superar el miedo a la soledad y el aislamiento con los seres queridos, aumentar la interacción y promover las relaciones entre generaciones.

Según datos de la encuesta nacional sobre disponibilidad y uso de tecnologías de la información en los hogares (ENDUTIH) 2018 publicada por el INEGI (2018), en los últimos 4 años los usuarios de tecnologías de la comunicación han aumentado y los usuarios de 55 años en adelante no son la excepción.

El desarrollo de una plataforma educativa que satisfaga al usuario puede servir para que el adulto mayor se involucre y aprenda a utilizar las nuevas tecnologías, pues permitirá de una manera y amigable enseñar al usuario los aspectos básicos de la computación, y ayudar a que el usuario obtenga el conocimiento necesario para aprovechar las nuevas tecnologías a su favor.

## Delimitaciones

El trabajo de investigación se enfoca en el desarrollo de un prototipo de una aplicación para celulares Android que servirá como plataforma educativa para enseñar de una manera interactiva al adulto mayor de 50 años a realizar las actividades básicas de la computación, asimismo la plataforma será validada y puesta a prueba por usuarios residentes de la zona conurbada de Tampico, Tamaulipas, que incluye los municipios de Madero y Altamira.

## Estado del arte

Mucho se ha estudiado sobre el beneficio de los *software* educativos que ofrecen distintos métodos de aprendizaje, tal es el caso de Gutiérrez et al. (2018) quien desarrolló un juego para enseñar matemáticas a niños de tres colegios en Chile, logrando una mejoría inmediata de 1.21% en los resultados de las pruebas aplicadas.

Pinkwart (2003) coincide con este trabajo de investigación, pues en el año 2002 estudió el efecto de las nuevas tecnologías como métodos de aprendizaje para ayudar a niños con problemas de escritura y cómo estas ayudan a la obtención de nuevos conocimientos y habilidades. En su misma investigación habla de las ventajas y desventajas del *e-learning* en su estado temprano.

Se determinó que el medio más conveniente para hacer llegar la plataforma al usuario objetivo era un celular inteligente; esta decisión se encuentra respaldada por Gasca (2017), quien habla de la evolución de los servicios telefónicos en

Latinoamérica y cómo estos dispositivos han llegado para quedarse en la vida diaria de gran parte de la población.

Igualmente se propone una metodología de 5 fases para el desarrollo de aplicaciones móviles. Durante la fase de análisis, se recopilan y categorizan las necesidades y se personalizan los servicios. En la fase de diseño, se definen escenarios técnicos, se dividen las soluciones en diagramas o diagramas de bloques, y se integran tiempo y recursos. En la fase de desarrollo, el diseño se implementa en el producto de *software*. En la fase de prueba, el producto se simula y ajusta, se instala en *hardware* real y se evalúa su rendimiento para el éxito. Y finalmente, el canal de distribución se determina durante la fase de lanzamiento.

Por su parte Caszro (2015) logró avances significativos para el E-learning en México al clasificar las características que definen los diferentes tipos de plataformas educativas o lo que él llama entornos virtuales de aprendizaje (EVA). Por último, encontramos la aportación de Sasaki (2015) quien desarrolló una aplicación basada en gamificación para enseñar desarrollo *web*, y nos dice que: “jugar juegos hace a la gente feliz y adicta a seguir jugando, peor algunas personas disfrutan más la actividad que jugar el juego en sí, permitiendo el aprendizaje de una u otra manera” (p. 1).

## Metodología

El desarrollo de *software* propuesto en este proyecto es una herramienta diseñada para ser aplicada a problemas reales y sigue el proceso de análisis y diseño para sentar las bases para el desarrollo de toda la aplicación. Por lo tanto, esta sección detalla el proceso de desarrollo de *software* relacionado con el desarrollo del sistema. Este trabajo de investigación emplea la metodología descrita en las etapas de análisis, diseño, generación de código y validación.

El proceso de análisis y recopilación de requisitos, y el contenido requerido de la lección, se lleva a cabo mediante la investigación aplicable para satisfacer las necesidades del usuario final. La actividad de diseño generalmente se refiere a la creación de estructuras de datos, arquitecturas generales de *software*, representaciones de interfaz y algoritmos. La codificación implica convertir el diseño a un formato legible por máquina. Para la aplicación de *software* de este proyecto, la parte de generación de código se refiere tanto a la creación del entorno virtual como a la adición de comportamiento a ese entorno. Una vez que se crea una versión preliminar de la aplicación, se distribuirá a teléfonos móviles de muestra para adultos mayores de 50 años para que los usuarios prueben y verifiquen la satisfacción de la aplicación, la ergonomía y el funcionamiento normal.

Para el desarrollo de esta plataforma se tomó en cuenta la población de adultos mayores de 50 años residentes de la zona conurbada de Tampico, que compone los

municipios de Altamira y Madero. Según datos del censo de población 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en la zona conurbada se tiene una población aproximada de 111 011 adultos mayores de 50 años (ver Tabla 1).

**Tabla 1**

*Total de habitantes con 50 años o más*

Municipio	Clave de municipio	Total de habitantes con 50 años o más
Tampico	38	50 998
Madero	9	35 538
Altamira	3	24 475
Total:		111 011

Fuente: <https://www.inegi.org.mx/app/scitel/Default?ev=9>

Aplicando la fórmula de población finita se obtuvo como resultado 383, este es el número de sujetos que se usó para consultar por medio de un instrumento de recolección de datos las lecciones que se agregaran a la plataforma, y es el mismo número de personas a las que se aplicaron las pruebas para la validación.

El desarrollo de la plataforma y su validación requirió la recolección de datos por medio de dos instrumentos, la encuesta representada en la Tabla 2 tiene como objetivo conocer cuáles son las actividades básicas de una computadora que un adulto mayor sabe hacer, así como también identificar aquellas actividades que el adulto mayor no puede realizar por falta de conocimientos.

La encuesta puede ser consultada en:

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdrF\\_tsQK3llMMu27NSz3pQ4mqX7yWP6VE4tlaVK3jq5-SjAA/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdrF_tsQK3llMMu27NSz3pQ4mqX7yWP6VE4tlaVK3jq5-SjAA/viewform?usp=sf_link)

**Tabla 2**

*Total de habitantes con 50 años o más*

De las siguientes opciones seleccione todas las acciones que SABE realizar en una computadora
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atajos del teclado y uso del ratón</li> <li>• Mandar un correo electrónico</li> <li>• Iniciar sesión usando correo/nick y contraseña</li> <li>• Usar un procesador de texto (Word)</li> <li>• Copiar, cortar, borrar, mover y pegar archivos</li> <li>• Abrir el navegador de internet (Internet Explorer, por ejemplo)</li> </ul>

- 
- Hacer una búsqueda (Google)
  - Conectarse a Internet
- 
- De las siguientes opciones seleccione todas las acciones que NO SABE realizar en una computadora
- 
- Atajos del teclado y uso del ratón
  - Mandar un correo electrónico
- 2
- Iniciar sesión usando correo/nick y contraseña
  - Usar un procesador de texto (Word)
  - Copiar, cortar, borrar, mover y pegar archivos
  - Abrir el navegador de internet (Internet Explorer, por ejemplo)
  - Hacer una búsqueda (Google)
  - Conectarse a Internet
- 
- De las siguientes opciones seleccione todas las acciones que le gustaría APRENDER a realizar en una computadora
- 
- Atajos del teclado y uso del ratón
  - Mandar un correo electrónico
- 3
- Iniciar sesión usando correo/nick y contraseña
  - Usar un procesador de texto (Word)
  - Copiar, cortar, borrar, mover y pegar archivos
  - Abrir el navegador de internet (Internet Explorer, por ejemplo)
  - Hacer una búsqueda (Google)
  - Conectarse a Internet
- 

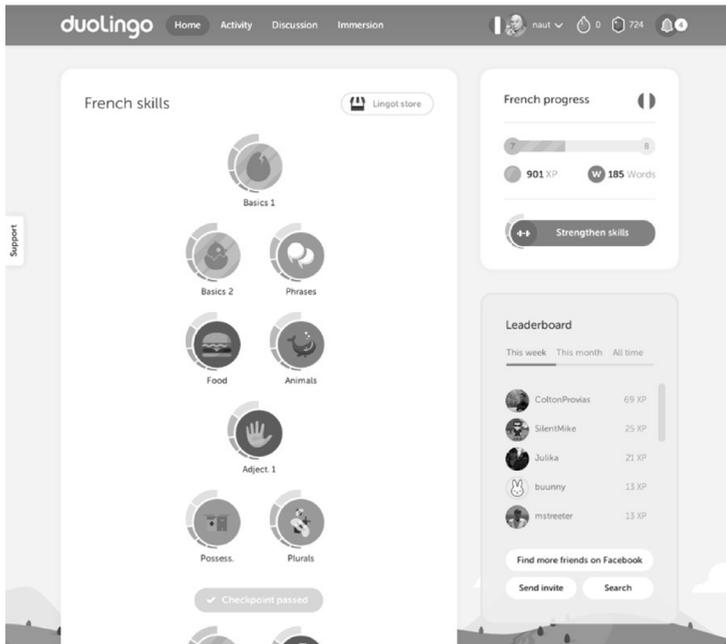
Fuente: elaboración propia.

## Desarrollo de la plataforma

Para el desarrollo de la aplicación es necesario primero, definir el tipo de la plataforma educativa en la que se basará para su estructura. El *software* educativo está diseñado para realizar tareas de manera educativa y desarrollar la atención, la memoria, la comprensión y el conocimiento del usuario, todo lo cual crea un entorno útil para la educación de procesos y el aprendizaje de los estudiantes. Para analizar los diversos aspectos que puede cubrir un *software* educativo es necesario aclarar cómo trabajan. En Gutiérrez et al. (2018) se definen los tipos de software educativo según su estructura, siendo *programas didácticos y herramientas* las que mejor encajan en el desarrollo planteado.

Los programas didácticos y herramientas son aquellos que facilitan trabajos de manejo y tratamiento de la información ya sea en sitios web, aplicaciones o juegos. Por ejemplo, Duolingo, un sitio *web* y proyecto social completamente gratuito para el aprendizaje de idiomas y la certificación de inglés, se ha convertido en la forma más popular de aprendizaje en línea. Actualmente, cuenta con más de 120 millones de usuarios.

**Figura 1**  
*Duolingo*



Fuente: <https://www.pcmag.com/reviews/duolingo>

Hoy en día es posible encontrar una gran cantidad de plataformas para desarrollar *software* educativo a un costo relativamente bajo y en un plazo corto de tiempo. Para el desarrollo de este proyecto se ha optado por analizar las alternativas de desarrollo de *software* utilizadas generalmente para juegos, siendo Unity 3D el software elegido.

## Unity

El entorno de desarrollo seleccionado para este trabajo de investigación es Unity, pues es una herramienta que permite crear videojuegos para diversas plataformas siendo una de esas Android, esto mediante un editor visual y programación vía scripting en el lenguaje C#, pudiendo conseguir resultados totalmente profesionales y teniendo la oportunidad de integrar gracias a los *scripts* actividades dinámicas y llamativas de una manera cómoda para el desarrollador.

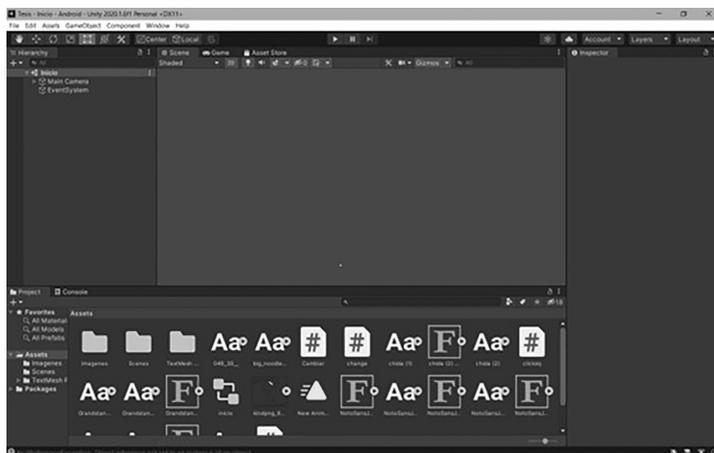
Unity es un motor de juego multiplataforma creado por Unity Technologies. Unity está disponible para los sistemas operativos Microsoft Windows, Mac OS y Linux. Es una herramienta de desarrollo que le permite exportar su *software* a diferentes

plataformas sin realizar cambios importantes en el núcleo de su *software*. Se puede usar Unity para crear *software* 2D y 3D.

La interfaz tiene un explorador que permite crear una lista de activos para el proyecto en desarrollo. También hay una jerarquía que especifica y controla los objetos que existen en la escena cargada en el sistema. La pestaña de inspector permite ver las características y los componentes de los objetos de Unity. La siguiente es una escena que maneja la visualización gráfica de los elementos que están inmersos en el espacio del juego. Finalmente, hay una ventana de juego que proporciona la representación gráfica y funcional del juego de acuerdo con los parámetros especificados por el *script*.

## Figura 2

Unity



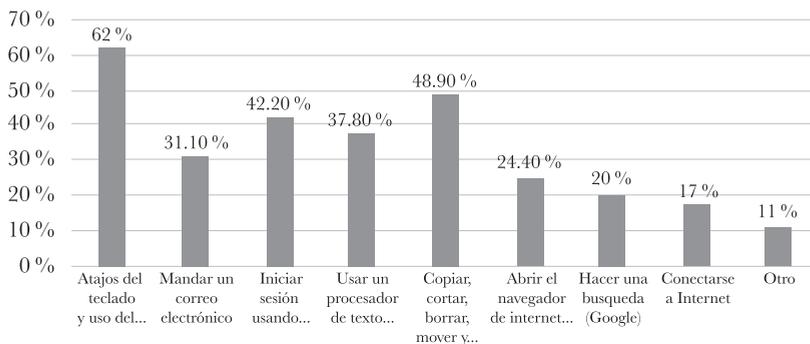
Fuente: elaboración propia.

## Selección de las lecciones

Haciendo uso de la herramienta de recolección de datos mencionada en el apartado 2, se aplicó la encuesta a cincuenta adultos mayores para determinar las lecciones que se incluirán para la plataforma educativa. A continuación, se pueden observar los resultados:

### Figura 3

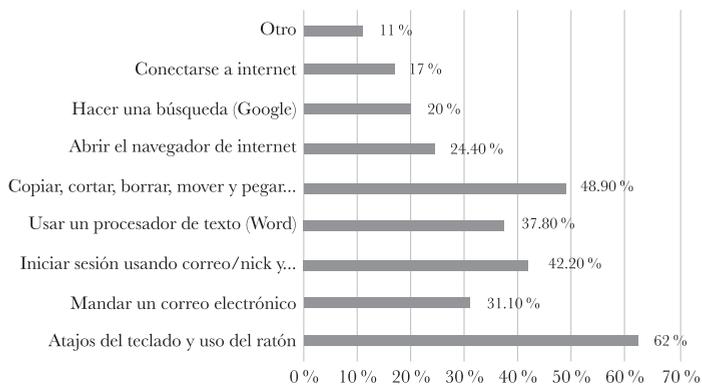
Porcentaje de actividades que el adulto mayor de 50 años es capaz de realizar en la computadora



Fuente: elaboración propia.

### Figura 4

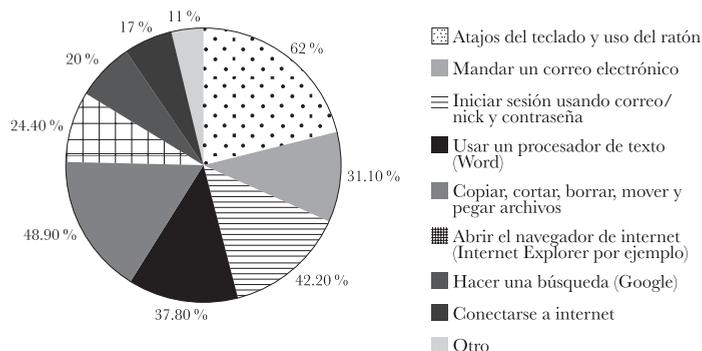
Actividades que un adulto mayor de 50 años no sabe realizar en una computadora



Fuente: elaboración propia.

**Figura 5**

*Interés del adulto mayor en actividades específicas a realizar en la computadora*



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con los resultados de las encuestas (figuras 3 a 5), podemos observar que el adulto mayor en su mayoría cuenta con la habilidad de manejar los periféricos de la computadora incluso para seleccionar, copiar y pegar texto, pero flaquea en actividades muy básicas como mandar un correo electrónico, conectarse a internet o hacer una búsqueda. Con esto en cuenta, las lecciones de la aplicación están diseñadas para simular y enseñar cómo realizar estas actividades.

### Diseño de la plataforma

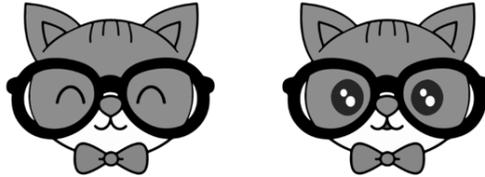
El diseño de la aplicación comprende cada aspecto que el usuario final observará. Tomando como ejemplo aplicaciones como Duolingo que muestran una interfaz “limpia” con iconos vectorizados y colores claros, el diseño de esta plataforma sigue esos mismos principios con el fin de lograr una imagen amigable y sencilla para el usuario. La plataforma lleva por nombre “E-ducador”. Para lograr una interfaz amigable con los usuarios se necesitan cumplir distintos aspectos como:

- Velocidad
- Ser intuitiva
- Sin ruido visual
- Optimizado para dispositivos actuales
- Usabilidad

Tomando como ejemplo aplicaciones similares como Duolingo se creó una mascota, Ernesto, un gato con lentes y moño, mismo que servirá como guía para las lecciones y justificación a través de las actividades (Figura 6).

## Figura 6

Ernesto mascota de “E-ducador”



Fuente: elaboración propia.

### A. Ventana principal

La ventana principal (Figura 7) de la aplicación mantiene un diseño sencillo y minimalista con el título de la plataforma elegido “E-ducador” junto a un icono y el botón *Iniciar* que permite entrar a la UI de la aplicación para seleccionar la lección deseada.

## Figura 7

Pantalla de datos y pantalla principal



Fuente: elaboración propia.

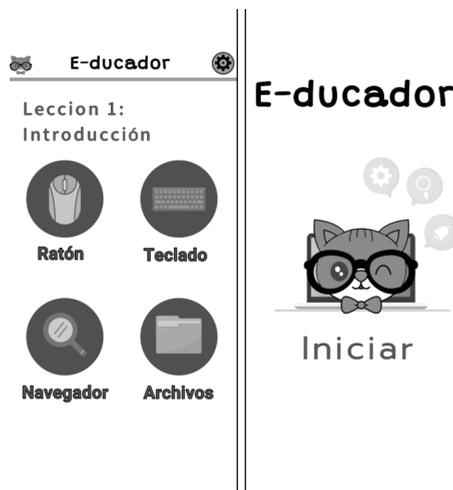
### B. Interfaz de usuario

La interfaz de usuario (UI, por sus siglas en inglés User Interface), permite a los usuarios interactuar efectivamente con el sistema. Esta es una combinación de arquitectura de información + diagramas interactivos + elementos visuales.

Siguiendo el mismo estilo de diseño, la UI solo muestra la separación de las lecciones y los iconos de estas con su nombre respectivo debajo, al presionar el icono de cualquier actividad, la plataforma te llevará a ella para su realización y al terminarla se destacará en la UI para reconocer que se completó con éxito.

**Figura 8**

*UI*



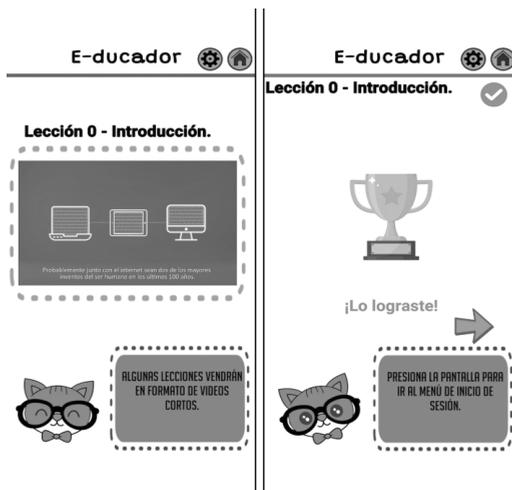
Fuente: elaboración propia.

## Proceso de las lecciones

Las lecciones de la plataforma están conformadas por videos explicativos que ofrecen el contexto de la actividad que se aprenderá a hacer, seguido por actividades y juegos didácticos con la finalidad de enseñar al usuario final como realizar acciones como mandar un correo electrónico simulando el proceso en la aplicación para que después este conocimiento pueda ser utilizado por el usuario final en una computadora físicamente.

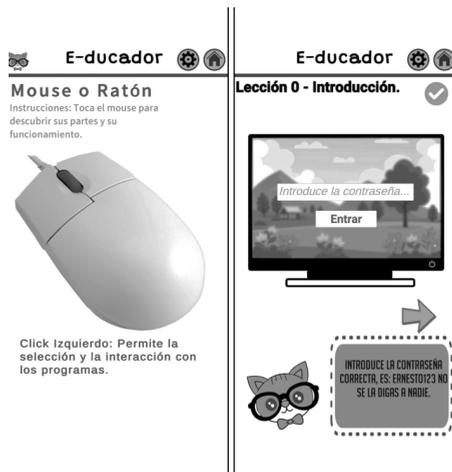
Por ejemplo, en la primera lección se explica cómo encender una computadora y usar sus periféricos para posteriormente iniciar sesión con un usuario y contraseña, todo esto simulado en el entorno de la aplicación. En la figura 9 y 10 podemos ver el proceso de avance en la primera lección.

**Figura 9**  
*Ejemplo de actividad*



Fuente: elaboración propia.

**Figura 10**  
*Ejemplo de actividad*



Fuente: elaboración propia.

## Generación del código

El videojuego fue desarrollado enteramente con el motor de juegos Unity y con la herramienta de programación Visual Studio Code usando C# para la creación de los *scripts* del juego del componente GameApp creado. Adicionalmente se utilizaron tres componentes básicos del motor de juegos Unity, los mismos que son:

- **Componente CoreUnity:** Este componente es la base para crear aplicaciones de Unity para formar el alma del motor de juego de Unity, que contiene todas las capas que controlan todos los cálculos gráficos del juego, incluidos vectores, batallas, imágenes, texturas, colores, fuentes, objetos 2D y 3D, luces, cámaras, animaciones, física y transiciones entre objetos.
- **Componente MonoBehaviour:** Este componente es un conjunto de DLLs implementadas por el proyecto Mono C# para Unity, compatible con C# .NET, utilizando la librería Unity para compilar el programa, y utilizando un conjunto de instrucciones de programación y manejo del objeto.
- **Componente GUI:** Este componente es usado para crear interfaces gráficas de usuario 2D, como elementos de formulario, botones, etiquetas y controles deslizantes.

## Código:

```
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;
using UnityEngine;
using UnityEngine.UI;

public class firsttime : MonoBehaviour
{
    string frase = ";Hola! Bienvenido a E-ducador.
    Mi nombre es Ernesto, seré tu guía a través de las lecciones.";string frase2 = "Antes de empezar
    necesito saber dos cosas muy importantes. ¿me ayudas?";
    public Text texto;
    public GameObject imagen;
    new public AudioSource audio;
    void Start()

    StartCoroutine(Reloj());
    PlayerPrefs.SetInt("ajustes",0);
    Debug.Log(PlayerPrefs.GetInt("ajustes"));
}
```

```

IEnumerator Reloj()
{
    foreach (char caracter in frase)
    {
        texto.text = texto.text + caracter;
        yield return new WaitForSeconds(0.1f);
    }
    audio.Pause();
    yield return new WaitForSeconds(6f);
    audio.UnPause();
    texto.text = "";
    foreach (char caracter in frase2)
    {
        texto.text = texto.text + caracter;
        yield return new WaitForSeconds(0.1f);
    }
    yield return new WaitForSeconds(3f);
    PlayerPrefs.SetInt("ajustes",1);
    Debug.Log(PlayerPrefs.GetInt("ajustes"));
    audio.Pause();

}
}

```

Finalmente se compila el programa para Windows y dispositivos móviles, generándose un archivo ejecutable y un APK respectivamente, que permite correr la aplicación con todos sus elementos.

En el siguiente enlace GitHub se encuentra el código fuente de la aplicación: <https://github.com/imomarmorales/E-ducador>

## Requisitos del sistema

Un factor importante que se consideró durante el diseño de la plataforma fue garantizar la accesibilidad de esta para la mayor cantidad de usuarios. En este sentido, se decidió orientar el desarrollo de la plataforma al sistema operativo para teléfonos móviles, Android, al ser este el sistema con mayor cantidad de usuarios a nivel mundial, además de ser un sistema amigable para el usuario.

En particular, se utilizó la versión de Android 4.4 (KitKat), al encontrarse disponible desde el 2013, permitiendo con ello que la aplicación sea instalada en

una amplia gama de dispositivos. De esta forma, los requisitos mínimos necesarios para la correcta instalación y ejecución de la plataforma son los descritos por la página oficial de Android, siendo estos presentados a continuación en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Requisitos mínimos del sistema*

Atributo	Requisito
Versión de Sistema Operativo	4.4(API 19)+
CPU	ARMv7 con Neon Support(32-bit) o ARM64
API Gráfica	OpenGL ES 2.0+, OpenGL ES 3.0+, Vulkan
Memoria RAM	1GB+ RAM

Fuente: elaboración propia.

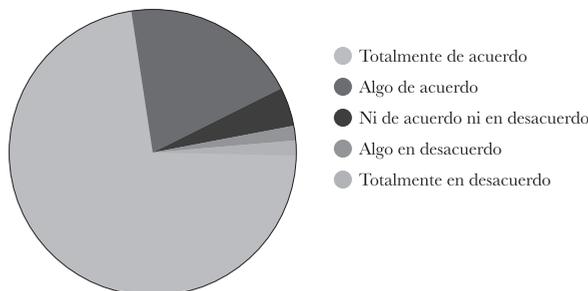
### Validación de la satisfacción del usuario

Para validar el funcionamiento correcto y la satisfacción del usuario se compiló la aplicación una versión preliminar de prueba que contiene las dos primeras lecciones de la plataforma, posteriormente se instaló en el celular del usuario final que haría la prueba para que usara la aplicación y realizara las lecciones, para finalizar el proceso con la encuesta de satisfacción. A continuación, podemos observar los resultados. La Figura 11 describe que el 72.5% de los usuarios encuestados opinan que la aplicación es intuitiva, el 19.8% no se encuentra completamente de acuerdo y el 7% restante no piensa que la aplicación sea intuitiva.

**Figura 11**

*Resultados de la afirmación La aplicación es intuitiva y fácil de utilizar*

¿Estás de acuerdo con la afirmación “La aplicación es intuitiva y fácil de utilizar”?

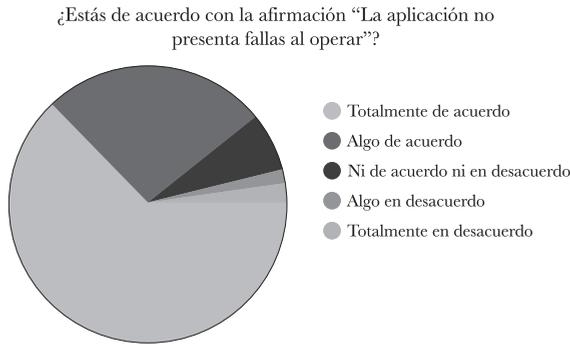


Fuente: elaboración propia.

En la Figura 12 podemos observar que en el 62.6% de los dispositivos en los que se probó la aplicación no presentó ningún fallo, mientras que el 26.7% presentó fallas menores, el 8.4% presentó fallas mayores y la aplicación no funcionó correctamente en el 2.8% de los celulares.

**Figura 12**

*Resultados de la afirmación La aplicación no presenta fallas al operar*



Fuente: elaboración propia.

La Figura 13 nos muestra que el 92.4% del total de los entrevistados se encuentran satisfechos o algo satisfechos con la aplicación y el 7.6% no se encontró satisfecho.

**Figura 13**

*Resultados de la pregunta de satisfacción del usuario*

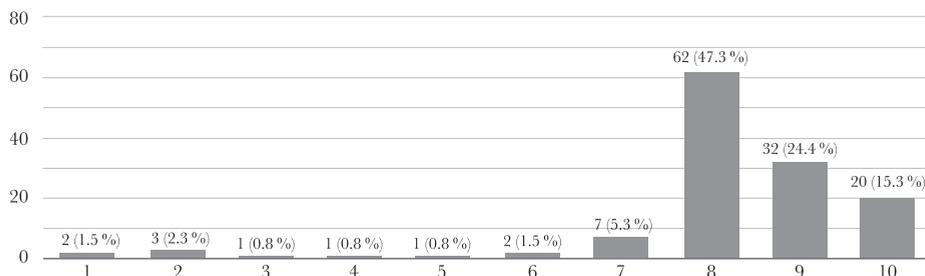


Fuente: elaboración propia.

La mayoría de los adultos mayores encuestados que probaron la aplicación se identificaron en un nivel de conocimiento previo de 3 pues se consideraban capaces de encender una computadora y utilizar correctamente sus periféricos, sin embargo, muy pocos sentían suficientemente confianza en sus conocimientos (Figura 14).

**Figura 14**

*Resultados de la escala del 1 al 10 de conocimiento previo*



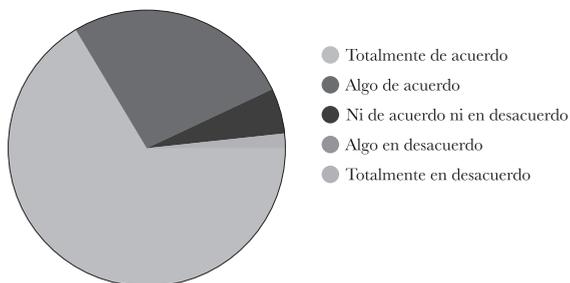
Fuente: elaboración propia.

Los adultos mayores encuestados en su mayoría consideraron útiles las actividades presentadas en la aplicación, teniendo un 66.4% de satisfacción total, un 26.7% opina que algo se podría mejorar, y el 6.9% restante no considera útiles las actividades (Figura 15).

**Figura 15**

*Resultados de la afirmación Las actividades de la aplicación me parecieron útiles*

¿Estás de acuerdo con la afirmación "Las actividades de la aplicación me parecieron útiles?"



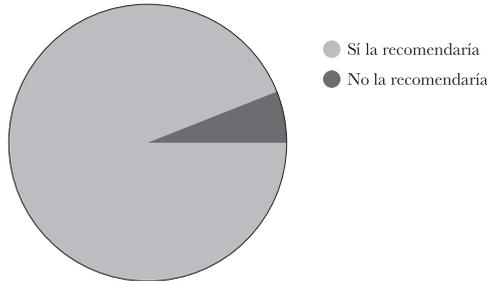
Fuente: elaboración propia.

Como se puede apreciar en la Figura 16 al terminar de probar la aplicación, el 93.9% de los adultos mayores afirmaron que recomendarían la aplicación y un 6.1% no lo haría.

**Figura 16**

*Resultados de la pregunta de recomendación por parte del usuario*

¿Recomendarías esta aplicación como herramienta para aprender a usar una computadora?



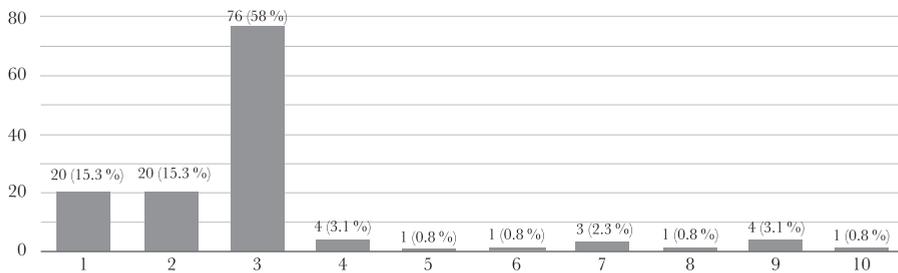
Fuente: elaboración propia.

Podemos observar que hay resultados favorables en cuanto al conocimiento que el usuario consideró que adquirió una vez terminadas las lecciones, pues el 47.3% del total de los entrevistados consideraron su nivel de conocimiento adquirido en 8 (Figura 17).

**Figura 17**

*Resultados de la escala del 1 al 10 de conocimiento adquirido*

En una escala del 1 al 10, identifique el nivel de conocimiento que tenía sobre las actividades que enseña a realizar la aplicación antes de hacer uso de ella.



Fuente: elaboración propia.

Con base en los resultados de las encuestas, el usuario final en su mayoría se encuentra satisfecho con la versión preliminar de la plataforma y no presenta fallas al operar. Se observa un incremento de conocimiento según lo informado por el usuario al comparar el conocimiento previo con el adquirido, de acuerdo con las encuestas.

## Discusión

Con el desarrollo de la investigación propuesta fue posible desarrollar una plataforma educativa orientada a adultos mayores para la enseñanza de computación específicamente para dispositivos móviles Android utilizando Unity y C#. Se seleccionaron los temas de las lecciones teniendo en cuenta las necesidades del usuario final por medio de su retroalimentación. La plataforma se desarrolló en Unity por su compatibilidad con el objetivo final de la aplicación, el usuario final puede navegar por la plataforma de una manera cómoda e intuitiva. El código generado funciona correctamente en el *software*, provee dinamismo a las actividades y facilita la práctica de estas en un entorno seguro de aprendizaje.

Se seleccionó Unity como plataforma de desarrollo, pues permite crear de una manera sencilla aplicaciones para teléfonos inteligentes. Además, este cuenta con una comunidad en constante crecimiento y retroalimentación. Del mismo modo, Unity ofrece muchas herramientas que facilitaron la implementación de las actividades desarrolladas para la plataforma educativa.

Se optó por un diseño cómodo basado en botones para que la aplicación pueda ser controlada de una manera intuitiva, se utilizaron colores pastel y no muy llamativos para llevar una sensación de calma y seguridad. De igual manera se mantuvo solo los elementos necesarios para no saturar al usuario. Evitando la sobreexposición de información y ruido visual.

Mediante la programación de la plataforma educativa se incorporó la lógica a la aplicación móvil para el desenvolvimiento adecuado de las lecciones, siendo esta una de las partes más importantes y cruciales durante el proceso de desarrollo. El código necesario desarrollado para los *scripts* se basa en el lenguaje C#, que es seguro, flexible, óptimo en cuanto a la memoria, compatible con Unity y brinda movimiento y dinamismo a las actividades.

La validación de la satisfacción se completó de acuerdo con las opiniones de usuarios finales que probaron la plataforma en su versión de prueba, teniendo en cuenta el funcionamiento adecuado, la utilidad de las lecciones, usabilidad y satisfacción del adulto mayor después de dar uso a la aplicación. Los resultados de la validación demostraron la capacidad de la plataforma educativa para facilitar la enseñanza de computación en adultos mayores.

## Conclusiones y trabajo futuro

En los últimos años hemos sido testigos de un gran avance científico y tecnológico en una amplia gama de actividades. Se ha vuelto fácil e intuitiva la realización de actividades que en el pasado requerían un mayor esfuerzo, a tal grado que el uso de la tecnología se ha convertido en parte importante del día a día para muchos sectores de la población. Sin embargo, muchos de los cambios han traído consigo nuevos y variados retos que deben ser abordados por los investigadores para garantizar que la tecnología logre integrarse adecuadamente en todas las áreas.

Uno de los principales retos a los que se enfrenta la tecnología es el uso de los sistemas y dispositivos electrónicos por parte de los adultos mayores, quienes en muchas ocasiones se ven rebasados por lo complejo que les resulta realizar una actividad a través del uso de tecnología, de manera que prefieren realizarlo de la forma tradicional a la que se encuentran acostumbrados, dejando con esto de lado las ventajas que aportan los avances tecnológicos. Lamentablemente, esto puede ser la causante de un aislamiento social para los adultos mayores, pudiendo llegar a afectarles en algunos otros aspectos de su vida.

La computación moderna ha revolucionado el desarrollo de sistemas, de tal forma que estos resulten más intuitivos y de fácil manejo por los usuarios. No obstante, un amplio número de adultos mayores aún no usan estos sistemas, principalmente argumentando tener temor de realizar las actividades de manera incorrecta y que esto les afecte en el cumplimiento de estas o en su desempeño, además de otros efectos negativos que pudieran presentarse derivado de un mal uso de los sistemas.

Con la finalidad de dar fin al temor de un mal uso de los sistemas se ha abierto una amplia oferta de cursos para enseñar a los adultos mayores el manejo de los sistemas, sin embargo, por el formato en que estos son presentados, aunado al atareado ritmo de vida en el que se encuentran involucrados los adultos mayores, la mayoría de los cursos no son accesibles.

En este trabajo de investigación, al identificar esta problemática se desarrolló una plataforma educativa que enseñe los conceptos básicos de computación a los adultos mayores a través de una aplicación móvil capaz de ser accedida en cualquier lugar y momento en que los adultos mayores lo necesiten y puedan hacerlo.

Con el apoyo del instrumento de recolección de datos formulado en este trabajo se identificaron fortalezas y debilidades del adulto mayor, para posteriormente seleccionar e incluir en la aplicación las lecciones más relevantes para lograr el cumplimiento del objetivo principal de la plataforma educativa.

La plataforma educativa fue validada tanto en su funcionalidad como en el cumplimiento de la enseñanza de computación a adultos mayores. Los resultados permitieron observar cómo a través del uso de la plataforma el adulto mayor es

capaz de aprender y poner en práctica conceptos básicos de computación. Del mismo modo, a través de la retroalimentación de los usuarios que hicieron uso de la plataforma se identificó que los adultos mayores aprendieron a utilizar el conocimiento adquirido para desempeñar fácil e intuitivamente algunas de sus actividades, incrementando con ello su desempeño.

Finalmente, se concluyó que la plataforma educativa cumple satisfactoriamente con su funcionalidad y es adecuada para la enseñanza de conceptos básicos de computación a adultos mayores. Como trabajo futuro se alienta a los investigadores al desarrollo e integración de nuevas lecciones para la enseñanza de otros conceptos de la computación que permitan a los adultos mayores incrementar su conocimiento de computación.

## Referencias

- Castro, J. (2015). Los entornos virtuales de aprendizaje y el E-learning. *Revista Mexicana de Bachillerato a Distancia*, 109-115. <http://bdistancia.ecoesad.org.mx>
- Cózar-Gutiérrez, R., de Moya-Martínez, M., Hernández-Bravo, J., y Hernández-Bravo, J. R. (2016). Conocimiento y uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones (tic) según el estilo de aprendizaje de los futuros maestros. *Formación Universitaria*, 9(6), 105-118. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000600010>
- Fernández, F. (2016). Educación tecnológica en adultos mayores . En adultos mayores. *VIII Congreso Internacional de Investigación y Práctica Profesional En Psicología XXIII Jornadas de Investigación XII Encuentro de Investigadores en psicología del MERCOSUR. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2016., 8*, 107-110.
- Gasca, M., Camargo, L., y Medina, B. (2017). Metodología para el desarrollo de aplicaciones móviles. *Espacios*, 38(7).
- Gutiérrez, P., David, R., Rozas, N., Optar, P., Título, A., y De, P. (2018). *Estudio Comparativo De Software Educativo Con Gamificación*.
- INEGI. (2018). *Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH) 2018*. [https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/default.html#Datos\\_abiertos](https://www.inegi.org.mx/programas/dutih/2018/default.html#Datos_abiertos)
- Pinkwart, N., Hoppe, H., Milrad, M., y Perez, J. (2003). Educational scenarios for cooperative use of Personal Digital Assistants. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(3), 383-391. <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2003.00039.x>
- Rangel, R. (2010). *Ciencia, Tecnología Y Sociedad: Desde La Perspectiva De La Educación*. Palibrio. <https://books.google.com.mx/books?id=aw7Q5VZmiYMC>
- Sazaki, Y. (2015). Web Design Education Based on Gamification. *IEEE*, 6-9. <http://library1.nida.ac.th/termpaper6/sd/2554/19755.pdf>



# Capítulo 4

## Sistema de monitoreo para la producción de cortes de carne de res para la venta y sus desperdicios

*Carlos Alberto Rábago Figueroa<sup>9</sup>*

*Juan Pablo Soto Barrera<sup>10</sup>*

*Ekvira Rolón Aguilar<sup>11</sup>*

*Julio César Rolón Aguilar<sup>12</sup>*

### Resumen

En este trabajo se presenta un sistema para monitorear la producción de cortes de carne de res para la venta y sus desperdicios. Esta actividad se realiza en cuatro unidades de negocio dedicadas a la venta de carne para asar por kilogramo o por paquete. Para esto, se requirió analizar la información que se genera en el proceso de compra y distribución de materia prima, así como en los procedimientos de producción y de gestión de inventarios. A partir de dicho análisis, y mediante la elaboración y uso de una herramienta de gestión de la información, se podrá monitorear, analizar y visualizar los indicadores de control de la producción, con el fin de dar seguimiento y control a las operaciones del proceso productivo.

**Palabras clave:** herramienta de gestión de la información, indicadores de control de la producción.

### Introducción

El presente trabajo se realizó para una empresa comercializadora de carne de res, pollo, puerco y derivados, la cual cuenta con alrededor de cincuenta años de permanencia formando una marca consolidada en el mercado sonorenses. Actualmente cuenta con una matriz enfocada a la carnicería en general; así como de cuatro sucursales dedicadas a la venta de carnes para asar y por paquetes, por otra parte, cuenta con una taquería, y un departamento de eventos y banquetes. Por cuestiones legales se reserva el nombre de la empresa y de su marca.

<sup>9</sup> Maestría en Ciencia de Datos, Universidad de Sonora, México, [a204200919@unison.mx](mailto:a204200919@unison.mx)

<sup>10</sup> Universidad de Sonora, México, [a204200919,juanpablo.soto@unison.mx](mailto:a204200919,juanpablo.soto@unison.mx)

<sup>11</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, [erolon@docentes.uat.edu.mx](mailto:erolon@docentes.uat.edu.mx)

<sup>12</sup> Universidad Autónoma de Tamaulipas, [jrolon@docentes.uat.edu.mx](mailto:jrolon@docentes.uat.edu.mx)

Para que las empresas sean eficaces y eficientes en la atención a clientes, es de extrema importancia que los directivos se involucren en la planificación para la generación del producto, lo cual involucra una variedad de procesos. Los procesos en el área de producción son repetitivos, el equipo es especializado, la habilidad de la fuerza laboral es no calificada, el enfoque administrativo se basa en la eficiencia, etcétera. El volumen de la producción por corte es de media a baja, la variedad de cortes producidos es baja, en lo que se refiere al entorno de diseño es de dos tipos; se fabrica para almacenamiento (MTS) y se integra bajo pedido (ATO) [1], la primera es cuando existen productos cuya fabricación llega a su forma final y se almacenan como productos terminados, el cliente toma la decisión de adquirirlos o no. En el segundo tipo, el cliente puede seleccionar a partir de sub-integrados predefinidos el producto, como armar un paquete.

## Metodología

El enfoque metodológico de este trabajo se basó en la metodología CRISP-DM [2]. La primera etapa consiste en la comprensión del negocio, en la cual se definen los objetivos, el estado actual y las necesidades de la empresa. Las siguientes etapas abarcan la comprensión y preparación de los datos, en las cuales se realiza un análisis de disponibilidad de datos y verificación de su pertinencia y calidad, para después organizarlos de forma adecuada para su análisis. La siguiente etapa es el modelado, que es la selección de las técnicas más adecuadas para la identificación de patrones en los datos. Después se evalúa el proceso de análisis de los datos y los resultados obtenidos en relación con los objetivos de negocio. Por último, el despliegue e implementación de la solución.

## Problemática

Uno de los principales problemas que aquejan a la empresa es la mala gestión de inventarios, y como resultado de esto, no existe claridad en la información que se genera. Por consiguiente, representa uno de los desafíos más importantes que deben afrontar los directivos en temas de planificación y control.

Aunado a esto, se observó una planificación deficiente en la definición de la codificación y clasificación de los artículos para la venta, así como su incompatibilidad en cuestión de características con la herramienta de control de inventarios en las cuatro unidades de negocio. Por otro lado, también se detectó que en cada unidad de negocio existe una codificación y clasificación distinta de los productos, lo cual representa un reto al analizar la información.

Una de las áreas principales dentro de las unidades de negocio de la empresa es la de producción de carnes para la venta, la cual no cuenta con un sistema de control de inventario que esté relacionado con el inventario para la venta.

Por otro parte, el desconocimiento de los niveles reales de inventario actual, de los niveles óptimos de inventario a mantener, de los costos y el miedo al desabastecimiento o a la saturación, se deben a la falta de capacitación y ejecución de un método de control de entradas y salidas, así como la falta de capacitación y uso del sistema informático de control de inventario por parte del personal a cargo. Este tipo de problemáticas dan como resultado una falta de seguimiento y control en la variación de la venta de artículos por canal de distribución, lo cual dificulta la planificación de estrategias que permitan aumentar las ventas.

## Motivaciones

Dentro de las principales motivaciones que tienen los directivos de la empresa para realizar este proyecto destacan:

- Aumento de las ventas
- Mejorar el aprovechamiento de los cortes de carnes para la venta
- Disminuir y controlar los desperdicios reutilizables
- Disminuir y controlar las mermas
- Administrar los inventarios de producción y para la venta
- Controlar los gastos y formar estrategias para aumentar el flujo de efectivo

## Evaluación de la situación

Como parte de la valoración de la situación se buscó reconocer y describir los problemas, de identificar y analizar las causas que los originan, con el objeto de identificar las alternativas de solución más adecuadas, las cuales tienen que ser valoradas en conjunto por la dirección y/o el equipo de trabajo de la empresa, para implementar un plan de acción para su solución, así como dar seguimiento y control a la ejecución; también deben verificar que los resultados cumplan con lo requerido para su estandarización.

Se realizó un análisis FODA [3] de la planificación operativa de la empresa, el cual consiste en evaluar los factores fuertes y débiles que, en su conjunto, diagnostican la situación interna de una organización, así como su evaluación externa, es decir, las oportunidades y amenazas. Como resultado se plantearon las siguientes estrategias:

- Elaborar un manual de procesos y procedimientos para el administrativo y la operación, y la integración de un gobierno de datos.

- Desarrollar un sistema de control de inventarios para la producción de carnes para la venta y sus desperdicios.
- Monitorear, analizar, y visualizar los indicadores de control de la producción a través del uso de una herramienta de gestión de la información.

También se hizo uso del lienzo de modelo de negocios CANVAS [4], que es un método visual abreviado para representar organizaciones complejas de forma simplificada que se estructura en nueve pasos, de los cuales resaltan los recursos clave para el proceso de producción que son el personal, los registros de información de la producción, los equipos de medición y de corte, el programa punto de venta y la materia prima.

Además, se elaboró una matriz de riesgos, que es una herramienta de análisis para evaluar la probabilidad y la gravedad de estos durante el proceso de planificación del proyecto. Para esto, se establecieron los límites entre las desviaciones aceptables en los resultados, debido a las incertidumbres del proceso y lo que se considera no aceptable. En nuestro caso los riesgos más probables son:

- Falla en el equipo que contiene el sistema gestor del inventario y de registro de ventas, esto debido a la falta de procedimientos de conservación.
- Pérdida de información, esto debido a no poder acceder a datos importantes almacenados en el sistema punto de venta.
- No registrar o actualizar los registros de los procedimientos de cortes de carne por parte del personal de producción.

## Propuestas de solución

Debido a la falta de una estructura para hacer las cosas de forma adecuada en la empresa, se elaboró un sistema de gestión de la calidad en conjunto con un gobierno de datos. A continuación, se describen en forma breve.

### Adopción de un sistema de gestión de la calidad

Dentro de las propuestas de solución se adoptó un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) [5], lo cual resulta ser una decisión estratégica para una organización, que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenibles. Los beneficios potenciales para una organización al implementar un sistema de gestión de la calidad son:

- Proporcionar productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios aplicables.
- Facilitar oportunidades de aumentar la satisfacción del cliente.
- Abordar los riesgos y oportunidades asociadas con su contexto y objetivos.

Por otra parte, en este trabajo se generó información de los procesos y procedimientos, de controles y seguimientos llevados, tales como:

- La compra de materia prima y la distribución de esta, a las unidades de negocio.
- Dentro del área de carnicería, en la producción de cortes, en la recepción de materia prima, en su resguardo, y su registro en el sistema de control de inventario y punto de venta.

Además, se documentaron los procedimientos realizados por el personal de las distintas áreas en cada unidad de negocio.

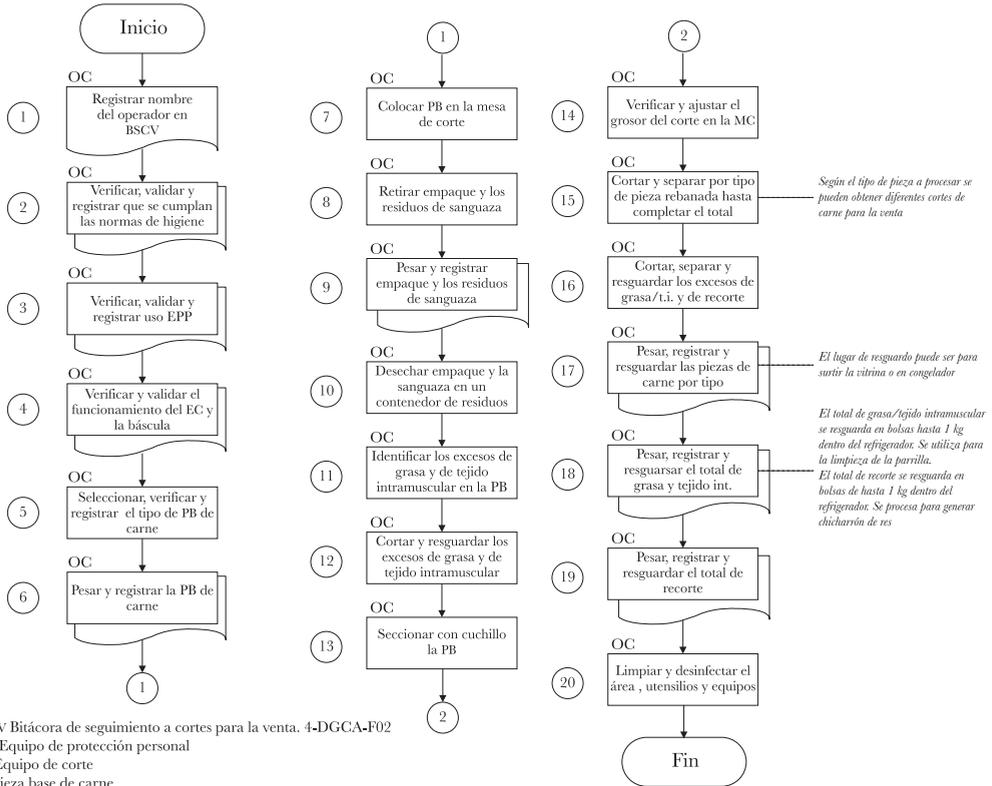
¿Qué es un proceso?, es un conjunto de actividades que convierten las entradas en salidas o resultados [6]. De esta manera un proceso puede ser, simplemente, varios pasos en un área de manufactura o servicios. La experiencia sugiere que lograr los objetivos de negocio depende en su mayor parte de grandes y complejos procesos que cruzan departamentos funcionales. Ejemplos de dichos procesos interdisciplinarios son: facturación, desarrollo de producto y distribución, procuración de materiales, servicio al cliente y atención a proveedores.

Se definieron y se establecieron procesos estandarizados, con indicadores de control, mostrando el estado de actividad, midiendo las características específicas y observables para el área de producción. Así como la implementación de registros para la captura de información.

A continuación, en la Figura 1A y 1B, se ilustra el proceso donde se describe el conjunto de actividades relacionadas entre sí, paso a paso hasta la obtención y resguardo de los cortes para la venta y sus desperdicios.

**Figura 1A y 1B**

Empresa: Fecha de elaboración: 10-nov-2020  
 Área: Carnicería Código del procedimiento: 6-DGCA-P07  
 Nombre del procedimiento: Procesamiento de carne de res para venta



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, en la Figura 2 se ilustra el formato físico para la captura de la información de la producción, donde se registran: el lugar en donde se realizó el procedimiento, quién lo ejecutó, fecha, hora de inicio y conclusión, cumplimiento del uso de equipo de seguridad e higiene, equipo de trabajo que se utilizó, pieza base a trabajar y su peso, cortes derivados y su peso, cantidad de grasa/tejido intramuscular retirado, cantidad de recorte generado, cantidad de merma retirada, cantidad de merma generada durante el proceso, y lugar de resguardo.

**Figura 2**

4-DGCA-F02 Formata de seguimiento al procedimiento de corte de piezas y su resguardo														
											Sucursal:			
1	2	3	4	5	6	7	C1.kg +	C2.kg +	C3. kg+	G/TI +	R +	M	$\Sigma$ (Ci + Mi)	
Carnicero	Fecha	h inicio	h final	Eq. Trabajo	Pieza	Kg	Corte Kg	Corte Kg	Corte Kg	Grasa / tcj. kg	Recorte kg	Merma kg	Total kg	Resguardo
							1	2	3	10	11	12	13	
1														
2														
3														
4														
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														

Fuente: elaboración propia.

También, se elaboró un manual de puestos, donde se definen los puestos, jerarquías, funciones y perfiles, y se elaboró un manual de procesos y procedimientos.

### Gobernabilidad de datos

El objetivo del gobierno de datos [7] es maximizar el valor de los datos para la organización y gestionar los riesgos asociados, mediante la elaboración y cumplimiento de una serie de políticas de datos alineados a los objetivos.

Para la cuestión de la recopilación, gestión y uso ético de estos datos, incluida la seguridad, privacidad, integridad y transparencia de los datos se partirá desde el concepto de organización tipo *data centric*, y se utilizará una metodología de proceso de gobierno, gestión y calidad de los datos.

Los aspectos para considerar son: quién es responsable de la información generada y de cuidar la calidad de los datos, a qué área pertenece, a qué procedimiento va ligado, cómo se captura la información, con qué frecuencia se ejecuta el procedimiento, quienes son los usuarios internos, con qué frecuencia consultan la información, y en qué procedimiento se resume y se analiza la información.

A continuación, en la Figura 3 se muestra la imagen de una matriz de acceso a la información, así como los roles y funciones para manejo de información. En donde se describen a los responsables de la calidad de la información, el área en que se genera, el procedimiento de donde se desprende, el formato de captura de información (físico/digital), la frecuencia de ejecución, el o los usuarios internos, la frecuencia de consulta y el procedimiento para seguimiento.

**Figura 3**  
**Gobernabilidad de los datos - Accesos a la información**

Id	Responsable	Área	Procedimiento	Formato_ Captura	Frecuencia ejecución	Usuario Interno	Frecuencia consulta	Procedimiento para seguimiento
1	Líder de carnicería, operador de carnicería	Producción	Cortes de piezas de carne, desperdicios y su resguardo	Bitácora de seguimiento de corte de piezas y su resguardo	Por nivel de stock de producto para la venta	Líder de sucursal	Por producción generada, semanal, mensual	Registra el inventario para la venta en Sistema PV, las cantidades por tipo de cortes de carne, grasa, recorte y merma
2	Líder de carnicería, operador de carnicería	Producción	Cortes de piezas de carne, desperdicios y su resguardo	Bitácora de seguimiento de corte de piezas y su resguardo	Por nivel de stock de producto para la venta	Líder de sucursal	Diario	Seguimiento a la rotación de inventario, caducidades, resguardos y desecho
3	Líder de carnicería, operador de carnicería	Producción	Cortes de piezas de carne, desperdicios y su resguardo	Bitácora de seguimiento de corte de piezas y su resguardo	Por nivel de stock de producto para la venta	Auditor	Semanal, mensual, por trimestre	Se verifica el cumplimiento de los estándares de calidad, productividad, evaluación de riesgos, procesos y controles considerando las métricas
4	Líder de carnicería, operador de carnicería	Producción	Cortes de piezas de carne, desperdicios y su resguardo	Bitácora de seguimiento de corte de piezas y su resguardo	Por nivel de stock de producto para la venta	Compras, coordinador operativo, dirección	Semanal, mensual, por trimestre	Seguimiento y medición de los procesos de producción. Para Validar todas las decisiones tomadas en cuanto a la adquisición de la materia prima, así como la eficiencia en el procesamiento
5	Auditor	Administración	<i>Dashboard</i> para visualización de indicadores de producción Cortes de carnes para la venta y sus desperdicios	Bitácora de seguimiento de corte de piezas y su resguardo	Diario, semanal	Líder de carnicería, líder de sucursal, auditor, coordinador operativo	Diario, semanal, mensual, por trimestre	Seguimiento al cumplimiento de los objetivos de producción en cuanto a eficiencia y calidad
6	Líder de sucursal	Administración	Compras y registro en sistema PV de artículos para la venta	Facturas, notas	Diario, Semanal	Auditor	Semanal, mensual, por trimestre	Se verifica el cumplimiento de los estándares de calidad, productividad, evaluación de riesgos, procesos y controles considerando las métricas
7	Líder de sucursal	Administración	Trasposos y registro en sistema PV de artículos para la venta	Sistema PV.	Semanal	Auditor	Semanal, mensual, por trimestre	Se verifica el cumplimiento de los estándares de calidad, productividad, evaluación de riesgos, procesos y controles considerando las métricas
8	Líder de sucursal	Administración	Devolución y registro en sistema PV de artículos	Sistema PV.	Semanal	Auditor	Semanal, mensual, por trimestre	Se verifica el cumplimiento de los estándares de calidad, productividad, evaluación de riesgos, procesos y controles considerando las métricas
9	Líder de sucursal, ayudante	Administración	Procedimiento de corte de venta general	Formato de corte de venta diaria	Diario	Auditor	Semanal, mensual, por trimestre	Se verifican los reportes de las formas de pago, movimientos de caja, incluyendo pagos a proveedores, así como productos vendidos y/o cancelados
10	Encargado de sistemas	Técnica	Procedimiento de respaldo de base de datos PV.	Sistema PV.	Semanal, mensual	Encargado de sistemas	Semanal, mensual	Se verifican el correcto funcionamiento del equipo y de la base de datos, se respalda información

Fuente: elaboración propia.

En la Figura 4 se describen el área, el puesto responsable, el registro de información y la función.

#### Figura 4

##### *Roles y funciones*

No.	Área	Personal	Registro de información	Función
1	Administrativo	Líder de sucursal	Punto de venta	Registro de comparas de mercancías P.V.
2	Administrativo	Líder de sucursal, ayudante	Corte de caja general	Corte de caja P.V.
3	Administrativo	Líder de sucursal	Punto de venta	Registro de traspasos P.V.
4	Administrativo	Líder de sucursal	Punto de venta	Registro de devoluciones P.V.
5	Administrativo	Líder de sucursal, ayudante	Punto de venta	Registro de mermas P.V.
6	Administrativo	Líder de sucursal	Punto de venta	Revisión de inventario P.V.
7	Administrativo	Auditor	Punto de venta	Estructura de inventario P.V.
8	Administrativo	Auditor	Punto de venta	Revisión de inventario P.V.
9	Administrativo	Auditor	Apps comida rápida	Alta/baja de artículos Apps
10	Administrativo	Auditor	Apps comida rápida	Alta/baja de Familia y departamentos Apps
11	Administrativo	Auditor	Apps comida rápida	Estructura de inventario Apps
12	Administrativo	Auditor	Apps comida rápida	Revisión de inventario Apps
13	Administrativo	Auditor	Sistema de monitoreo y análisis de datos de las áreas de operación de la empresa Carnes Aldecoa	<i>Dashboard</i> para visualización de indicadores de producción Cortes de carnes para la venta y sus desperdicios
14	Producción	Encargado de carnicería	Registro de compra de materia prima	Verificar la entrada de materia prima sea de calidad y con base al requerimiento
15	Producción	Encargado de carnicería	Bitácora de seguimiento	Registro de corte de piezas y su resguardo para la venta
16	Producción	Encargado de carnicería	Bitácora de seguimiento	Desperdicios y su resguardo
17	Producción	Encargado de carnicería	Bitácora de mantenimiento	Registro de los procedimientos de conservación de equipo y herramientas
18	Producción	Cocinero	Registro de compra de materia prima	Verificar la entrada de materia prima sea de calidad y con base al requerimiento
19	Producción	Cocinero	Bitácora de mantenimiento	Registro de los procedimientos de conservación de equipo y herramientas
20	Técnica	Sistemas	Punto de venta	Resguardo de información

Fuente: elaboración propia.

*Descripción del modelo para la medición del aprovechamiento del procedimiento de corte de carne de res para la venta y sus desperdicios*

En este punto se desarrolló la codificación del inventario para la producción, para conocer la ubicación, costo, y cantidad de activos que se procesan y se resguardan

para la venta. Se construyó un modelo para la medición del aprovechamiento del procedimiento de corte de carne de res para la venta, identificando el porcentaje óptimo de aprovechamiento al obtener el corte de carne para la venta, el cual se restringió a que sea mayor o igual a un 93 % de la pieza base procesada.

De igual forma se definió el porcentaje de aprovechamiento para los desperdicios reutilizables que son la grasa/tejido intramuscular retirado, y el recorte generado, a lo cual la restricción tiene que ser menor o igual a un 5 % de la pieza base procesada.

Para los desperdicios no reutilizables, que son la merma retirada y la merma generada durante el proceso de corte, en conjunto para ambas la restricción debe ser menor o igual a un 4 % de la pieza base procesada. Al cumplirse las restricciones conjuntas de este modelo se dice que tiene buen aprovechamiento el procedimiento de corte. Esto se determinó con base a un análisis del conjunto de datos capturados mediante el formato de seguimiento al procedimiento de corte de piezas y su resguardo (4-DGCA-F02), en el periodo de octubre a diciembre de 2020, de las cuatro unidades de negocio. Además, mediante un procedimiento de conciliación con la dirección, y con base en las experiencias que han llevado al éxito y ahora conforman el saber hacer de la empresa.

Mediante los registros capturados se realizaron análisis para observar la influencia del tipo de herramienta de corte, la medición de los volúmenes y costos por indicador, el costo del déficit respecto al objetivo de aprovechamiento en cortes para la venta, entre otros.

También con base en los registros capturados se realizó un análisis predictivo del aprovechamiento general del corte de carne tipo diezmillo choice con redes neuronales. Donde se muestra el uso de redes neuronales [8] para predecir el nivel de aprovechamiento (eficacia) en el proceso de corte de piezas base de carne dentro del área de producción de una carnicería. Dicho análisis se puede replicar a todas las carnes de res que cumplan con el modelo de aprovechamiento.

Las etapas para el análisis con Deep Learning [8] fueron las siguientes:

### *Definición del problema*

Es donde se define lo que intentamos predecir, que en nuestro caso es la etiqueta de clasificación para el buen aprovechamiento “BA”, la cual se basa en el cumplimiento de las restricciones del modelo de aprovechamiento, y cuyos datos de entrada se encuentran registrados en formato 4-DGCA-F02 en digital.

### *Preparación de los datos*

En esta etapa se dispone y se cargan los datos, para su manipulación, análisis y preparación. Se separa el *dataset* en conjuntos de entrenamiento, validación y prueba, y por último se normalizan los datos de entrada.

### *Desarrollar el modelo*

En la siguiente etapa se define el modelo, en el cual se establecen las restricciones que requerimos en la salida de la red neuronal, se decide cual es la última capa, el tipo de activación que se usará y la relación con la función de pérdida que se definirá para el modelo. El siguiente paso es la configuración de la función de pérdida y el optimizador, la primera es necesaria para guiar el proceso de entrenamiento de la red, y para cuantificar lo cercana que está una determinada red neuronal de su ideal mientras está en el proceso de entrenamiento. La segunda se ocupa de optimizar los valores de los parámetros para reducir el error cometido por la red. En Tensorflow [9], con la API de Keras [8] se pueden usar varios optimizadores, pero se debe considerar que las peculiaridades de cada uno de ellos hacen que se puedan adaptar mejor o peor a un problema dado.

### *Evaluación del modelo*

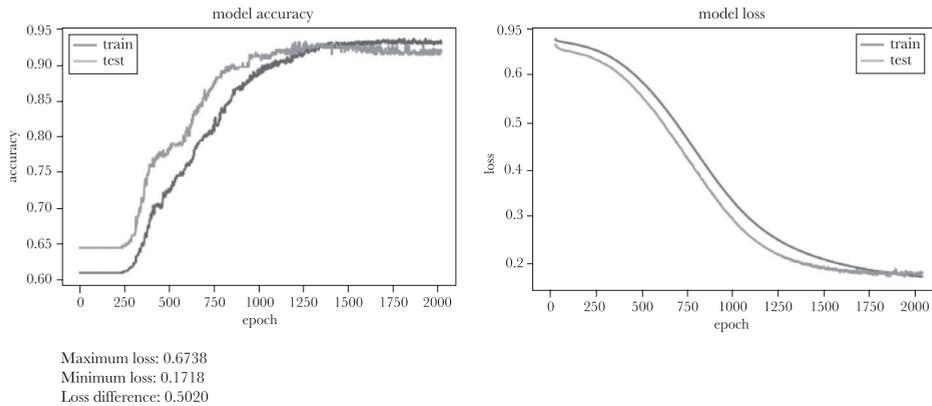
Se visualizó el proceso de entrenamiento, con el fin de observar la capacidad de generalización. Una de las situaciones que se puede presentar es el sobreajuste, lo cual se refiere a lo que le sucede a un modelo cuando este modela los datos de entrenamiento demasiado bien, aprendiendo detalles de estos que no son generales. Para lograr una buena generalización es muy importante contar con una buena cantidad de ejemplos para que el modelo pueda encontrar relaciones en una gama lo más amplia posible, así como tener ejemplos diversos de cada categoría.

Por último, se procede a la evaluación del modelo con los datos de prueba, en esta parte se observa cómo generaliza el modelo al usar el conjunto de datos de prueba. A partir del análisis realizado se obtuvo el siguiente resultado:

```
Evaluating on training set...  
loss=0.1716, accuracy: 92.8928%  
Evaluating on testing set...  
loss=0.1807, accuracy: 91.8841%
```

En la Figura 5 se aprecia el aumento de la precisión de la predicción en el gráfico del modelo de precisión. Además, se observa que el modelo tiene un rendimiento comparable tanto en el entrenamiento como en los conjuntos de validación.

**Figura 5**



Fuente: elaboración propia.

### *Indicadores de control*

Los indicadores de control [10] son una medida del nivel del rendimiento de un proceso. En el cual el valor del indicador está directamente relacionado con un objetivo fijado previa y normalmente expresado en valores porcentuales. No hay que olvidar que los indicadores de control tienen la misión única de mostrar tendencias de desempeño con respecto a los presupuestos escogidos y es conveniente que se usen combinadamente, ya que en forma unitaria proporcionan información muy deficiente; los indicadores de control se catalogan en:

Indicadores de control	De carga de trabajo
	De planeación
	De productividad
	De costo

Con base en los objetivos planteados se definieron indicadores para el área de producción de carnes para la venta. En la Figura 6 se muestra la descripción de los indicadores de control para la producción.

## Figura 6

### Indicadores del desempeño de la producción

No.	Área	Tipo	Clasificación	Identificador	Cálculo	Unidad	Objetivo	Descripción
1	Producción	Carnes	Venta	Aprovechamiento del corte de carne	(kg carne para la venta/ kg de pieza base)*100	%	> = 93%	Monitorear, analizar y clasificar el aprovechamiento de cortes de carne para la venta en la producción
2	Producción	Carnes	Desperdicio reutilizable	Grasa - tejido intramuscular retirado	(kg (grasa-tejido intramuscular) / kg de pieza base)*100	%	<= 5%	Monitorear, analizar y clasificar los desperdicios reutilizables retirados en la producción
3	Producción	Carnes	Desperdicio reutilizable	Recorte generado	(kg recorte generado/ kg de pieza base)*100	%	<= 5%	Monitorear, analizar y clasificar los desperdicios reutilizables generados en la producción
4	Producción	Carnes	Desperdicio no reutilizable	Merma total	(kg merma/ kg de pieza base)*100 + (kg merma del proceso/ kg de pieza base)*100	%	<= 4%	Monitorear, analizar y clasificar los desperdicios no reutilizables retirados y generados en la producción
5	Producción	Carnes	Inventario m.p.	Devolución de mercancía	Kg devueltos/mes	-	0	Seguimiento a mercancía devuelta
6	Producción	Carnes	Actividad productiva	Horas producción	Horas programadas/ horas laboradas	%	100%	Monitoreo de horas pico y horas muertas
7	Producción	Carnes	Venta	Volumen de cortes de carne	Total de kilogramos de corte de carne producidos	Kgs.	> = 93%	Monitorear, analizar y clasificar el volumen de cortes de carne para la venta en la producción
8	Producción	Carnes	Desperdicio reutilizable	Volumen de Grasa - tejido intramuscular retirado	Total de kilogramos de de Grasa - tejido intramuscular retirado	Kgs.	<= 5%	Monitorear, analizar y clasificar el volumen de los desperdicios reutilizables retirados en la producción
9	Producción	Carnes	Desperdicio reutilizable	Volumen de recorte generado	Total de kilogramos de recorte generado	Kgs.	<= 5%	Monitorear, analizar y clasificar el volumen los desperdicios reutilizables generados en la producción

No. Área	Tipo	Clasificación	Identificador	Cálculo	Unidad	Objetivo	Descripción	
10	Producción	Carnes	Desperdicio no reutilizable	Volumen de merma total	Total de kilogramos de merma retirada más total de kilogramos de merma producida	Kgs.	<= 4%	Monitorrear, analizar y clasificar el volumen de los desperdicios no reutilizables retirados y generados en la producción
11	Producción	Carnes	Venta	Costo del volumen de cortes de carne	Costo total de kilogramos de corte de carne producidos	\$	> = 93%	Monitorrear, analizar y clasificar el costo del volumen de cortes de carne para la venta en la producción
12	Producción	Carnes	Desperdicio reutilizable	Costo del volumen de grasa - tejido intramuscular retirado	Costo total de kilogramos de de grasa - tejido intramuscular retirado	\$	<= 5%	Monitorrear, analizar y clasificar el costo del volumen de los desperdicios reutilizables retirados en la producción
13	Producción	Carnes	Desperdicio reutilizable	Costo del volumen de recorte generado	Costo total de kilogramos de recorte generado	\$	<= 5%	Monitorrear, analizar y clasificar el costo del volumen de los desperdicios reutilizables generados en la producción
14	Producción	Carnes	Desperdicio no reutilizable	Costo del volumen de merma total	Costo total de kilogramos de merma retirada más total de kilogramos de merma producida	\$	<= 4%	Monitorrear, analizar y clasificar el costo del volumen de los desperdicios no reutilizables retirados y generados en la producción
15	Producción	Carnes	Modelo de aprovechamiento	Cumplimiento del Modelo de aprovechamiento de corte de carne de res	Aprovechamiento >= 93%, Grasa - tejido intramuscular retirado <= 5%, recorte generado <= 5%, merma total <= 4%	-	BA	Al cumplirse las restricciones de este modelo se puede decir que existe un Buen Aprovechamiento (BA), caso contrario existe un Mal Aprovechamiento (MA)
16	Producción	Carnes	Venta	Costo del déficit respecto al objetivo de aprovechamiento	Diferencia entre el objetivo de aprovechamiento y el real	\$	> = 93%	Monitorrear, analizar y clasificar costo del déficit respecto al objetivo de aprovechamiento

Fuente: elaboración propia.

Para este punto ya se cuenta con una estructura, y se han definido los procesos en este caso para el área de producción, se han determinado las características para los registros de información, así como las funciones y los roles de los responsables de registrar y actualizar la información. También se ha definido el modelo para

la medición del aprovechamiento de cortes de carne de res para la venta y sus desperdicios, para el cual se realizó un análisis predictivo del aprovechamiento general de los cortes de carne de res con redes neuronales. Además, se definieron los indicadores de control de los procesos. El siguiente paso es definir el modelo y la arquitectura de inteligencia de negocios que se utilizará.

**Descripción del modelo y arquitectura de inteligencia de negocios**  
La inteligencia de negocios [11] se centra en el modo de capturar, acceder, almacenar, procesar, analizar y visualizar los resultados, convirtiendo uno de los activos más valiosos de una empresa, los datos en bruto (raw data), en información accionable con el objeto de mejorar el rendimiento del negocio. BI busca hacer corresponder el almacenamiento de datos y su procesamiento con herramientas analíticas, para proporcionar a los tomadores de decisiones una información competitiva que los diferencie de modo eficiente en su entorno de negocio.

Por otra parte, la arquitectura de BI [11] es un marco de trabajo (framework) que detalla los diferentes componentes del sistema de inteligencia de negocios, tales como datos, personas, procesos, tecnologías y gestión/administración, y la forma en que estos componentes se han de combinar y coordinar para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.

Dentro de las fuentes de información con que cuenta la empresa se encuentran:

#### *Punto de venta*

La información que se captura en el punto de venta, que hace la función de herramienta de gestión de inventario y el registro de venta (registros de tabajería, clasificación de inventario, administración del inventario, costos, impuestos, márgenes de utilidad, precios, descuentos, paquetes, promociones, venta de artículos, registro de clientes, facturación, devoluciones, traspasos, control de mermas, entre otros).

#### *Bitácora de seguimiento al corte de piezas y su resguardo (4-DGCA-FO2)*

Es un formato de captura de cortes de piezas base de carnes (sucursal, personal, maquinaria o equipo de corte, piezas base y su peso, piezas de cortes para la venta y su peso, grasa, recorte, merma y sus pesos, lugar de resguardo, tiempos de corte, horarios, cantidad de cortes por pieza base).

#### *Corte de caja general*

Es un formato que registra la venta total (efectivo, por terminal punto de venta, por aplicación de comida rápida), se registran los gastos, las compras a proveedores,

números de factura o notas, asistencias de personal, comentarios extras, y se anexa registro de facturas por pago de servicios. Sirve para controlar ingresos y egresos.

### *Registro de entrega y devolución de mercancía y materias primas de la matriz*

Código, artículo, cantidad, unidad, costo, total, estatus de entrega o devolución, fecha, día, mes, año, proveedor.

La arquitectura de inteligencia de negocios se basó en la metodología de cinco capas propuesta por Lih Ong et al. [11], en donde considera el valor y calidad de los datos (proceso de calidad de los datos), así como el flujo de la información del sistema (proceso de gobierno de datos). A continuación, se describen las 5 capas:

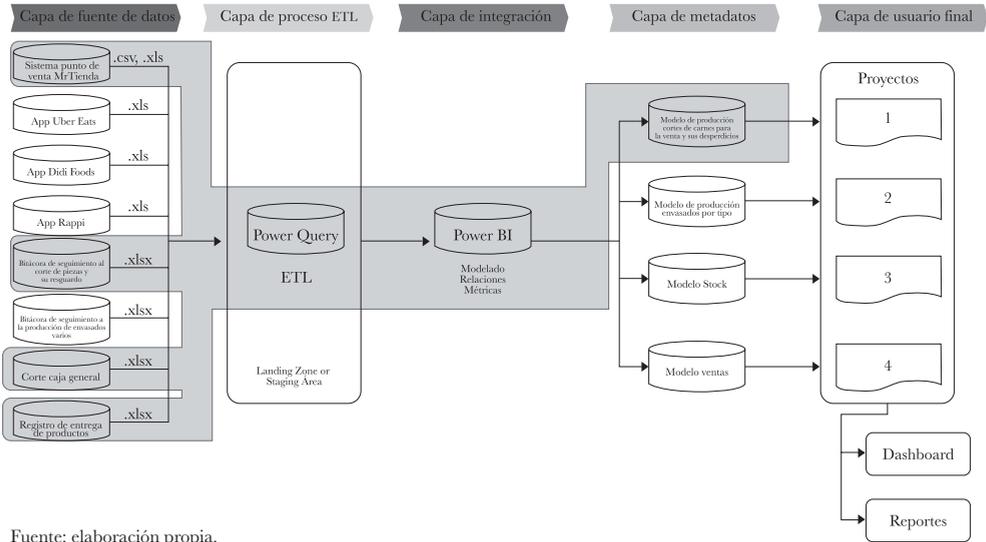
1. Capa de fuente de datos [11] (*data sources layer*), los datos del entorno de negocio en la actualidad son de tres tipos diferentes: estructurados, no estructurados y semiestructurados, los cuales deben ser entregados de modo efectivo y en el momento que se necesiten. En nuestro caso se compone de las fuentes de datos descritas con anterioridad, las cuales están relacionadas al proceso productivo.
2. *Data acquisition layer* [12] y/o capa de proceso ETL (*extract, transform, load*) [11], se refiere a las herramientas de *software* que se dedican a la ejecución automática de las tres tareas principales: extraer, transformar y cargar. Los datos se extrajeron de las fuentes internas descritas con anterioridad, después se convirtieron los datos extraídos en su formato anterior al formato que se requirió. Una vez que los datos se extrajeron, transformaron y limpiaron, se cargaron en el *data warehouse* para hacerlos disponibles al analista y que puedan ser utilizados. En nuestro caso la herramienta para ETL fue Microsoft PowerQuery [13].
3. Capa de integración (*data warehouse layer*) [11], es un depósito de datos, donde se integran datos procedentes de varias fuentes tanto internas como externas y personales.
4. Capa de metadatos [11], la capa describe donde se utilizan y almacenan los datos, las fuentes de datos, cuáles cambios se realizan a los datos y cómo una pieza de datos se refiere a otra información. En esta parte se generó el modelo tabular (*data delivery*) de la producción de cortes de carne para la venta y sus desperdicios.
5. Capa de usuario final [11] (análisis y visualización de resultados) (*information consumption and visualization*), se compone de una serie de herramientas, que visualizan la información en diferentes formatos y para diferentes usuarios. Lo cual funciona para formar los reportes o la visualización mediante un *dashboard* para el seguimiento a indicadores de control de la producción.

En la Figura 7 se ilustra la arquitectura propuesta del sistema de monitoreo y análisis de datos de las áreas de operación de la empresa. En la cual se incluye al

sistema de monitoreo de la producción de cortes de carne de res para la venta y sus desperdicios, resaltándolo con fondo gris.

**Figura 7**

*Arquitectura de inteligencia de negocios. Sistema de monitoreo y análisis de datos de las áreas de operación de la empresa*



Una vez expuesta la arquitectura de negocio se seleccionó la herramienta para visualizar los datos, en nuestro caso fue Microsoft Power BI [14], la cual es una colección de servicios de *software*, aplicaciones y conectores que funcionan conjuntamente para convertir orígenes de datos sin relación entre sí en información coherente, interactiva y atractiva visualmente. El cual consiste en representar datos por medio de tablas relacionadas cuyas filas se llaman tuplas y las columnas variables, conformando así una base de datos.

La vista de modelo de *Power BI Desktop* [15] permite establecer visualmente la relación entre las tablas o los elementos. Una relación es donde dos o más tablas se vinculan entre sí porque contienen datos relacionados. Esto permite a los usuarios ejecutar consultas de datos relacionados en varias tablas. Usar la vista de modelo permite obtener una vista de los datos en forma de diagrama.

En la Figura 8 se presenta el modelo relacional para el sistema de monitoreo de la producción de cortes de carne de res para la venta y sus desperdicios, el cual se cargó en servicio de análisis de datos, bajo una licencia de Microsoft Power BI Pro.

Figura 8



Fuente: elaboración propia.

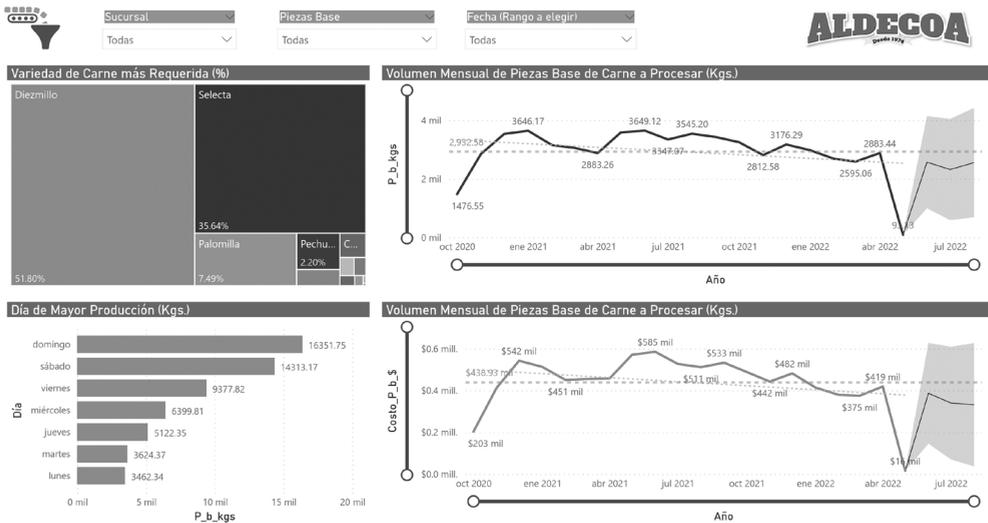
*Descripción del dashboard para el monitoreo de la producción de cortes de carne de res para la venta y sus desperdicios*

El *dashboard* propuesto se desarrolló en Microsoft Power BI, el cual se compone de varios tableros, los cuales se describen a continuación:

El primer tablero se ilustra en la Figura 9, en el que se muestran los indicadores del ingreso de materia prima, se puede consultar la variedad de carnes más requerida y la producción por día, ambas en kilogramos, además se presenta por series de tiempo el volumen de piezas base de carne a procesar por kilogramo, y el costo por piezas base de carne en moneda nacional. En uno y otro se puede observar la tendencia y el pronóstico para un trimestre. También se pueden filtrar los datos por sucursal, por piezas base a procesar, y en rangos por fechas.

## Figura 9

Análisis de la producción: ingreso de materia prima

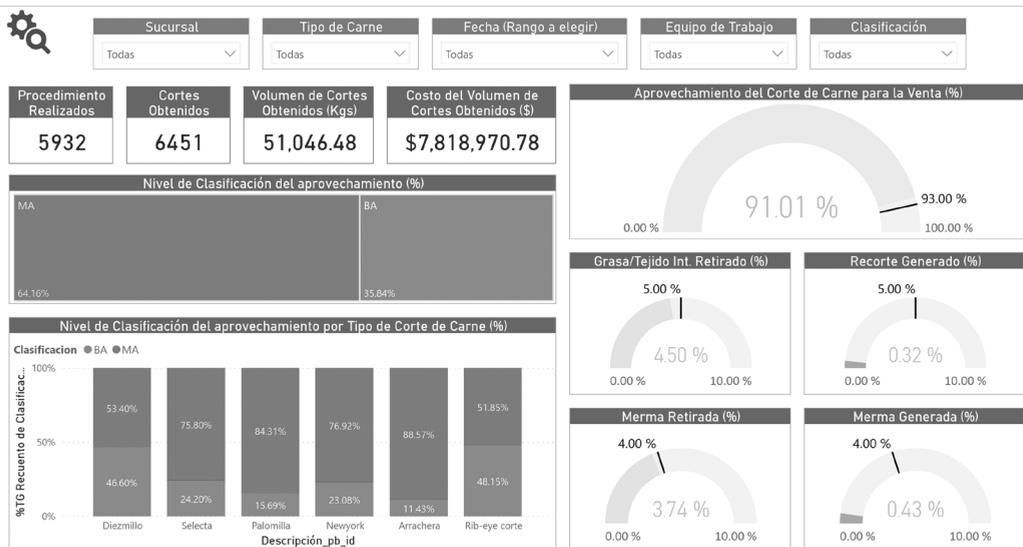


Fuente: elaboración propia.

El segundo tablero (Figura 10) muestra el análisis de modelo de aprovechamiento, donde únicamente se observarán el tipo carnes de res que cumplan con el modelo. En dicho tablero se puede consultar el conjunto de indicadores para evaluación del modelo de aprovechamiento, en conjunto o por tipo de carne el nivel de aprovechamiento del corte, y los indicadores para los desperdicios reutilizables y los no reutilizables. Asimismo, se puede observar la cantidad de procedimientos realizados, la cantidad de cortes obtenidos, así como totales del volumen y los costos. Por último, se puede consultar el porcentaje del total de procedimientos que tienen buen (BA) y mal (MA) aprovechamiento, así como la gráfica de la proporción del buen o mal aprovechamiento por tipo de corte de carne procesado. También se pueden filtrar los datos por sucursal, por piezas base a procesar, por rangos de fechas, equipo de trabajo y por la clasificación de aprovechamiento.

**Figura 10**

*Análisis de la producción: análisis del modelo de aprovechamiento*

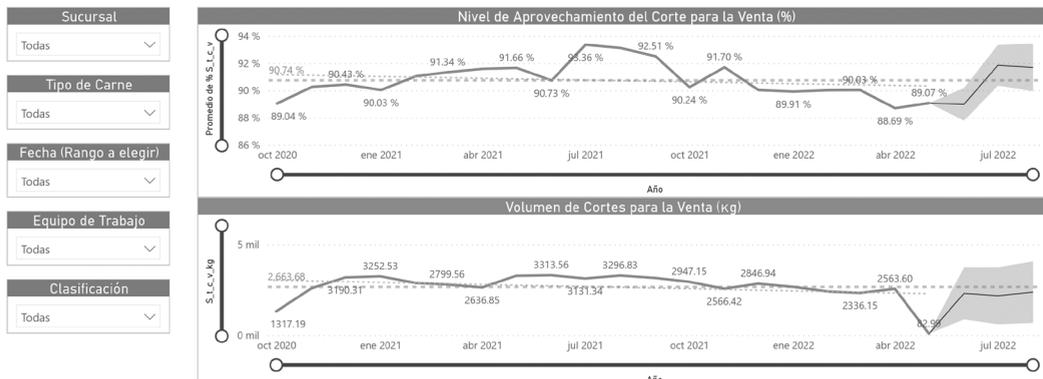


Fuente: elaboración propia.

El tercer tablero (Figura 11), compara la variación por series de tiempo del nivel de aprovechamiento, volumen y costo, en conjunto o por tipo de corte de carne para la venta producida. Se puede observar la tendencia y el pronóstico para un trimestre. También se pueden filtrar los datos por sucursal, por piezas base a procesar, por rangos de fechas, equipo de trabajo y por la clasificación de aprovechamiento.

**Figura 11**

*Análisis de la producción: aprovechamiento, volúmenes y costos por tipo de corte producido*



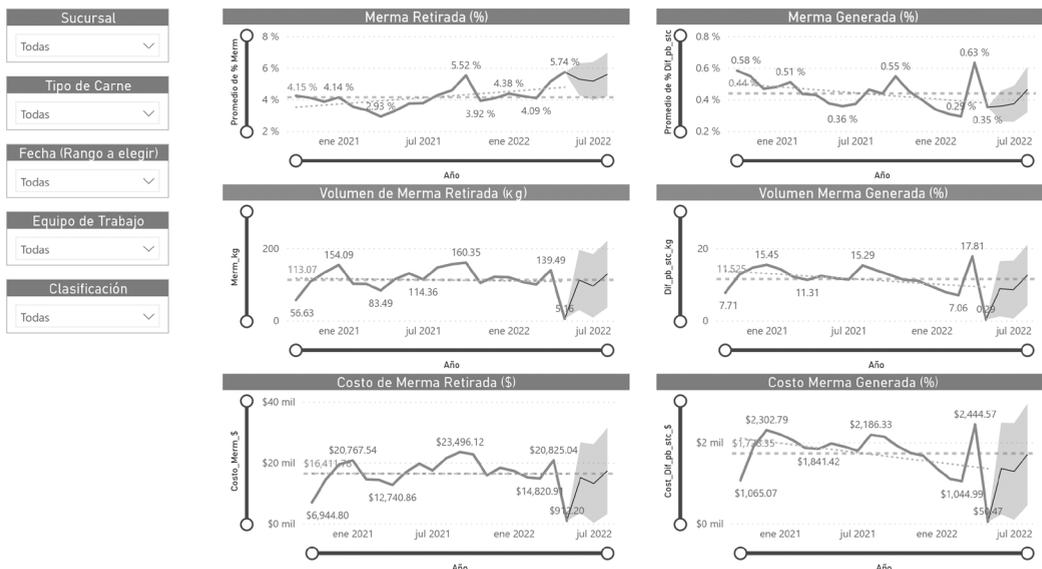


Fuente: elaboración propia.

El cuarto tablero (Figura 12) , compara la variación por series de tiempo del nivel de aprovechamiento, volumen y costo, por los desperdicios reutilizables, los cuales son la grasa/tejido intramuscular retirado y por el recorte generado. Se puede observar la tendencia y el pronóstico para un trimestre. También se pueden filtrar los datos por sucursal, por piezas base a procesar, por rangos de fechas, equipo de trabajo y por la clasificación de aprovechamiento.

**Figura 12**

*Aprovechamiento, volúmenes y costos por desperdicios reutilizables*



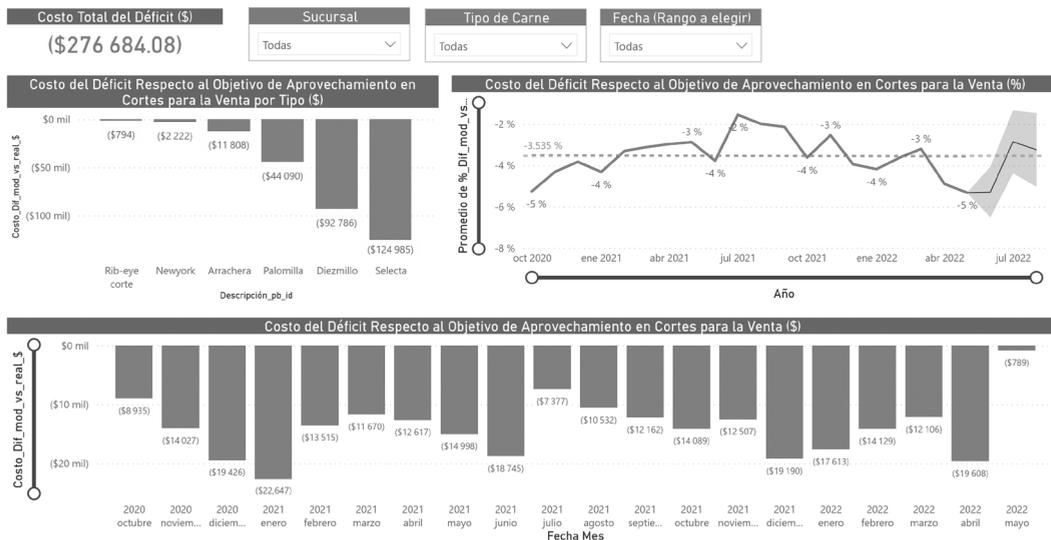
Fuente: elaboración propia.

El quinto tablero (Figura 13) compara la variación por series de tiempo del nivel de aprovechamiento, volumen y costo, por los desperdicios no reutilizables, los cuales son la merma retirada y la merma generada. Se observa la tendencia y el

pronóstico para un trimestre. También se pueden filtrar los datos por sucursal, por piezas base a procesar, por rangos de fechas, equipo de trabajo y por la clasificación de aprovechamiento.

**Figura 13**

*Análisis de la producción: aprovechamiento, volúmenes y costos por desperdicios no reutilizables*

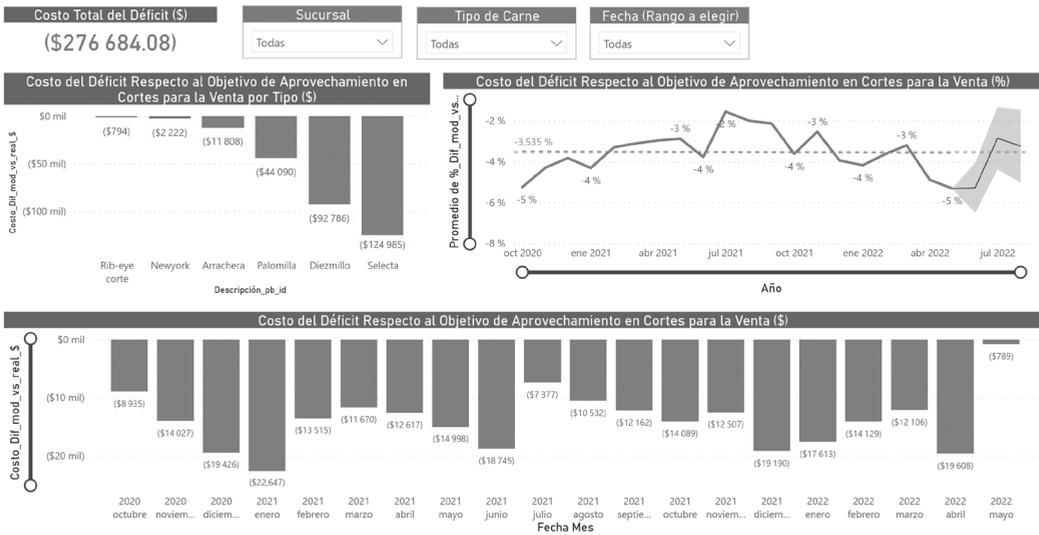


Fuente: elaboración propia.

El sexto tablero (Figura 14) analiza el costo del déficit respecto al objetivo de aprovechamiento en los cortes para la venta. Se observa el costo del déficit por tipo de corte, al igual que la variación a través del tiempo por porcentaje y por costo. También se muestra un total del costo del déficit. Se pueden filtrar los datos por sucursal, por piezas base a procesar, y por rangos de fechas. El objetivo de este tablero es visualizar la reducción del déficit, por medio de iniciativas que lleven al cumplimiento del modelo de aprovechamiento.

**Figura 14**

*Análisis de la rproducción: costo del déficit respecto al objetivo de aprovechamiento en cortes para la venta (\$)*



Fuente: elaboración propia.

El séptimo tablero (Figura 15) muestra los indicadores por operador; se pueden consultar indicadores para evaluación del modelo. Se puede observar en conjunto o por tipo de carne el nivel de aprovechamiento del corte, de igual forma se puede observar los indicadores para los desperdicios reutilizables y los no reutilizables. En este tablero únicamente se observarán el tipo carnes de res que cumplan con el modelo. Se puede visualizar en proporción del buen o mal aprovechamiento por tipo de corte de carne procesado, además el costo del déficit por tipo de corte de carne. Asimismo, los totales por procedimientos realizados, los cortes obtenidos, el volumen y costos obtenidos. También se pueden filtrar los datos por sucursal, por piezas base a procesar, por rangos de fechas, equipo de trabajo y por la clasificación de aprovechamiento. El objetivo de este tablero es visualizar el rendimiento de los operadores, para cuestiones de capacitación.

**Figura 15**

*Análisis de la producción: indicadores por operador*

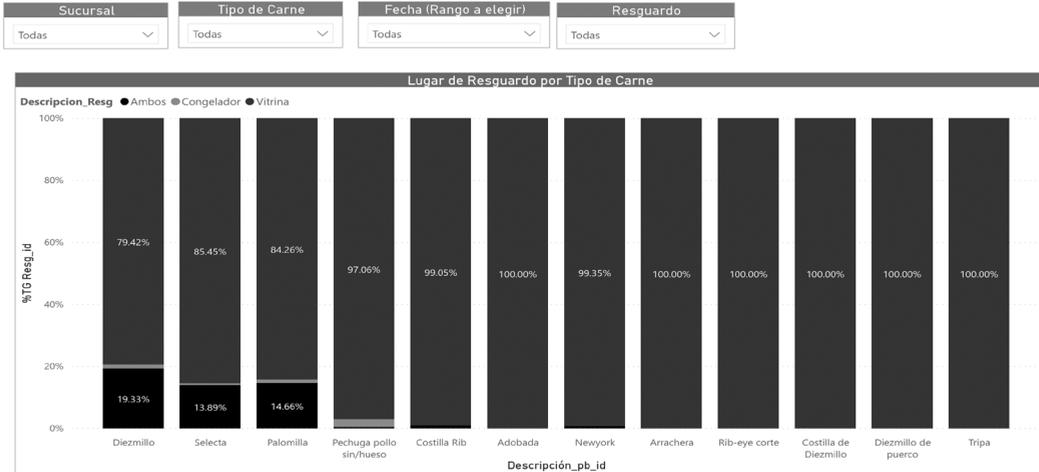


Fuente: elaboración propia.

Octavo tablero se ilustra en la Figura 16, mediante el cual se puede consultar el resguardo de producto terminado para la venta. Este tablero sirve para el seguimiento mensual de la ubicación de resguardo de producto terminado para la venta. Además, permite filtrar por tipo de carne, por fecha.

**Figura 16**

*Análisis de la producción: resguardo de producto terminado*



Fuente: elaboración propia.

## Conclusión y trabajo futuro

Mediante estos tableros se da seguimiento al proceso de producción desde el ingreso de materias primas, al análisis del modelo de aprovechamiento, a la comparativa del nivel de aprovechamiento (%), por volumen (kgs) y por costo (\$) de los cortes de carne para la venta, de los desperdicios reutilizables y no reutilizables, además se visualiza el costo del déficit respecto al objetivo de aprovechamiento en los cortes para la venta. De igual forma se observan los indicadores de control por operador, y el resguardo del producto terminado para la venta. Con lo cual se da un seguimiento a partir de ingreso, procesamiento y resguardo de producto terminado para venta. Asimismo, se puede realizar labores de planeación, seguimiento y control de la operación mediante los tableros, por parte del personal encargado de la carnicería. La dirección y compras, se puede hacer planeación y seguimiento de la calidad y costo de la adquisición de productos de la compra a proveedores.

Posterior a este proyecto se desarrollarán modelos tabulares y tableros para la producción de envasados varios, para el control de inventario y para el seguimiento a las ventas por canal de distribución.

## Referencias

Abadi, M. (2015) *TensorFlow: Large-scale machine learning on heterogeneous systems, 2015. Ajuste de hiperparámetros con HParams Dashboard*. tensorflow.org.

- Chapman, S. (2006). *Planificación y control de la producción*. Pearson Educación, México.
- Clark, T. (2012). *Business Model You - Tu modelo de negocios*. Centro Libros PAPP, S. L. U.
- Dounce, E. (2006). *La productividad en el mantenimiento industrial*, octava impresión. Compañía editorial continental.
- Gryna, F., Chua, R., y Defeo, J., (2007), *Método Juran, Análisis y planeación de la calidad*, quinta edición. Editorial McGraw Hill.
- ISO 9001. (2015). *Sistemas de gestión de la calidad, - Requisitos, introducción*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9001:ed-5:v1:es>
- Joyanes, L. (2019). *Inteligencia de negocios y analítica de datos, una visión global de Business Intelligence and Analytics*. Editorial Alfaomega.
- Lachev, T. (2022). *Applied Microsoft Power BI Bring Your Data to Life!* Prologika Press, USA.
- Microsoft. (2022). *¿Qué es PowerQuery?* <https://docs.microsoft.com/en-us/power-query/power-query-what-is-power-query>
- Microsoft. (2022). *Introducción a Microsoft Power BI*. <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/get-started-with-power-bi/1-introduction>
- Muñoz, I., Gómez, A., Gualo, F., Merino, J., Rivas, B., y Piattini, M. (2018). *Calidad de los datos*, edición 2018. Editorial Ra-Ma.
- Ponce, T. (2007). La matriz FODA: Alternativa de diagnóstico y determinación de estrategias de intervención en diversas organizaciones, Enseñanza e investigación en psicología, 12(1). Universidad Veracruzana, Xalapa, México.
- Soto de la Cruz, R. (2019), *Introducción a la Ciencia de Datos con códigos en Python*. (2019), Published By Publisher, book-website.com.
- Tomcy, J., y Pankaj, M. (2017), *Data Lake for Enterprises: Leveraing Lambda Architecture for building enterprise Data Lake-* ISBN: 9781787281349.
- Torres, J. (2020). *Python Deep Learning, Introducción práctica con Keras y Tensor Flow 2*. Editorial Alfaomega, 2020.i



## Capítulo 5

### Implementación de mejora continua en el área de embarques de la empresa manufacturera

*Mario Alberto Morales Rodríguez*<sup>13</sup>

*Lisset Anel Alba Rocha*<sup>14</sup>

*Gabriela Cervantes Zúbirias*<sup>15</sup>

*Marco Antonio Díaz Martínez*<sup>16</sup>

#### Resumen

El objetivo de este capítulo es presentar al lector las metodologías y herramientas para la mejora continua *-continuous improvement-* en áreas de trabajo reales mediante la Norma ISO 9001:2015. La presente investigación fue desarrollada en el área de embarque *-shipping-* en el idioma inglés- que es conocida como un área de oportunidades y retos para la gran parte de las industrias en el mundo. Durante los periodos de mayor demanda de la productividad, que comprende los meses de julio a octubre (temporada de verano y otoño), después de realizar diversos análisis con el fin optimizar los recursos financieros de la empresa, se encontró que en la zona de embarques prevalecía un alto índice de desorden en la zona de trabajo, pérdidas por faltante de material al entregar al cliente, retrasos en el departamento de producción y quejas por parte del principal cliente. Por lo anterior, se delinearon objetivos y metas para optimizar recursos mediante la mejora continua a través de un Kaizen, así como también la aplicación de las 5'S y el desarrollo de las herramientas Kanban, Mapeo de flujo de valor (VSM). Con la aplicación de dichas metodologías, técnicas y herramientas se obtuvo un mayor control del material en un 75 %, y aumentó la eficiencia en un 90 % de tener las órdenes completas al día y así se redujo el 90 % de quejas del cliente por falta de material, además de mejora en la idoneidad de las fechas de embarques. Se observó que la principal característica

<sup>13</sup> Grupo Disciplinar UAT-GD-122 “Mejora continua de procesos productivos”, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), México. [mmorales@docentes.uat.edu.mx](mailto:mmorales@docentes.uat.edu.mx)

<sup>14</sup> Grupo Disciplinar UAT-GD-122 “Mejora continua de procesos productivos”, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), México.

<sup>15</sup> Grupo Disciplinar UAT-GD-122 “Mejora continua de procesos productivos”, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), México.

<sup>16</sup> Instituto Tecnológico Superior de Pánuco (ITCP), México.

de la aplicación de la mejora continua es trabajar inagotablemente por mejorar, bajo metas y objetivos, de forma tal que a largo plazo los resultados sean efectivos.

**Palabras clave:** mejora continua, productividad, Kaizen, VSM, Kanban, PDCA.

## Introducción

La mejora continua en las organizaciones, las industrias, los departamentos y las áreas, proporcionan una serie de servicios o productos que consume un cliente ya sea este interno o externo a la organización (García, 2003). Para la entrega de dicho servicio o producto las organizaciones ejecutan un proceso productivo, del cual es imperante medir su efectividad a través de la satisfacción del cliente. En esta investigación el objetivo es implementar la mejora continua y la optimización de los procesos en el área de embarques para mejorar la calidad.

La metodología del Kaizen, se remonta a los principios de la calidad y el propulsor fue W. Edwards Deming, pero fue Masaki Imai quien popularizó el concepto de este método alrededor del mundo. El concepto de Kaizen se enfoca en mejorar el espacio de trabajo de una organización en cada una de sus etapas del proceso y eliminando los desperdicios (Jain, 2015).

La metodología Kanban es un medio utilizado para implementar justo a tiempo en los procesos de fabricación, montaje de sistemas y de la cadena de suministro de manera eficaz que maximiza la productividad de un equipo de trabajo al reducir el tiempo de inactividad -que puede ocurrir dentro cualquier proceso, flujo de trabajo y procedimiento- (Raut, 2015).

Por lo anterior, este proyecto se centró en la mejora continua del área de embarques para que la empresa mejore el control del material, tenga más órdenes completas en el turno y reduzca los tiempos de entrega con el propósito de satisfacer las necesidades del cliente aplicando las diversas metodologías Kanban, 5'S, para la solución de problemas y toma de decisiones de la empresa.

## Fundamentación teórica

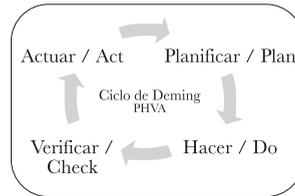
La Organización Internacional de Normalización (ISO), es una federación mundial de organismos nacionales de normalización y cuyos estándares son la lógica del pensamiento y la expertise de personas especialistas en su materia y que conocen las necesidades de las organizaciones que representan: personas como fabricantes, vendedores, compradores, clientes, asociaciones comerciales, usuarios o reguladores (ISO, International Organization for Standardization, 2022).

La Norma ISO 9001:2015 tiene como objetivo proporcionar de manera consistente productos y servicios que cumplan con los requisitos legales y reglamentaciones aplicadas del cliente y el de mejorar la satisfacción del cliente a



## Figura 2

### *Etapas del ciclo de Deming*



Fuente: elaboración propia de W. Edwards Deming Institute (<https://deming.org/>).

Se ha encontrado que la implementación del ciclo PDCA mejor conocido como el ciclo de Deming, es más efectivo que adoptar la estrategia de bien a la primera. La ejecución del ciclo PDCA o por sus siglas en español PHVA significa buscar continuamente efectos de mejora continua (Imai, 1986). La Figura 2 muestra las etapas del ciclo de Deming para su aplicación efectiva.

### **Paso 1: Planificar (Plan)**

Primeramente, identifica exactamente cuál es tu problema. Para poder identificarlo puede aplicarse las herramientas del Diagrama de causa y efecto o mediante los 5 ¿Por qué? con la aplicación adecuada de estas herramientas se llega a la causa raíz del problema. Una vez que haya hecho esto, puede ser apropiado medir el proceso. Y finalmente, después del análisis de la raíz del problema, se delinean y planean soluciones para el problema (Morgan, 2008).

### **Paso 2: Hacer**

En esta fase se desarrollan diversas actividades:

- Generar o desarrollar posibles soluciones al proceso.
- Seleccionar la mejor solución de las soluciones propuestas, mediante técnicas de análisis de impacto y escrutinio.
- Implementar un proyecto piloto a pequeña escala, con un lote pequeño, o un área en particular, o utilizando algún diseño de prueba apropiado para la solución del problema (Jagtap, 2015).

### **Paso 3: Verificar**

En esta fase, se observa qué tan efectiva ha sido la solución piloto y recolecta la información que puede mejorar el proceso aún más. Dependiendo de la observación del piloto, la cantidad de áreas que haya identificado y el alcance de toda la iniciativa, puede tomar la decisión de repetir las fases hacer y verificar, incorporando sus

mejoras adicionales. Una vez que este cumpla, satisfaga y que los costos superen los beneficios de repetir el ciclo hacer-verificar, se procede a implementar la fase final (Deming, 1990).

#### **Paso 4:** Actuar

Finalmente se implementa la solución propuesta. Sin embargo, el ciclo PDCA no termina necesariamente aquí. Estar utilizando el PDCA o el ciclo de Deming como parte de una iniciativa de mejora continua, debe volver a la fase de planificación (Paso 1) y encontrar más áreas de mejora de acuerdo con los resultados obtenidos de la aplicación de solución propuesta.

La metodología Kaizen es una herramienta para aplicar de manera efectiva en la solución rápida de tareas, a través de experimentos que conducirán a identificar, reducir y eventualmente, eliminar los desperdicios en el proceso productivo, aplicando las reglas básicas del Gemba:

- Descartar las ideas fijas y convencionales sobre la producción.
- Reflexionar en cómo hacerlo, no en por qué no se puede hacer.
- No inventar excusas. Iniciar por cuestionar la práctica actual.
- No buscar la perfección. Hacerlo de inmediato, aunque solo sea por el 50% del objetivo.
- Corregir los errores de uno por uno.
- No gastar recursos económicos en Kaizen.
- La sabiduría surge ante las dificultades.
- Preguntar por qué 5 veces y buscar las causas fundamentales.
- Reflexionar mediante el pensamiento de 10 personas en lugar del conocimiento de una persona, trabajar en equipo.
- Las ideas Kaizen son infinitas.

#### Caja de herramientas de la metodología Kaizen

La investigación define que no se utilizan técnicas o instrumentos estándar para la implementación de Kaizen (Raut, 2021). La metodología del Kaizen contiene varias herramientas como las siguientes:

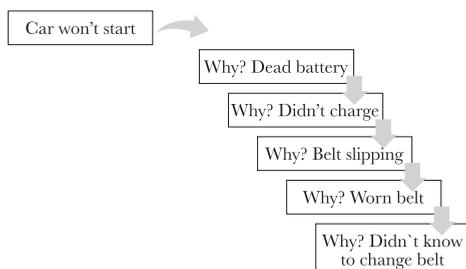
- Para la implementación de Kaizen es básica la aplicación de la técnica de organización.
- El objetivo principal de la técnica es determinar la causa raíz de un defecto o problema.
- Focalizado en el proceso -cuando se encuentre un problema, preguntar por qué cinco veces. Preguntar tantas veces como sea necesario para encontrar la razón más profunda del problema.

- El objetivo principal de la técnica es determinar la causa raíz de un defecto o problema.

En la Figura 3, se observa la aplicación de un ejemplo de la técnica de los 5 porqués hasta encontrar la causa raíz del problema (Raut, 2021).

### Figura 3

*Ejemplo de la técnica de los 5 porqués*



Fuente: elaboración propia de A.O. Jain.

La empresa Toyota es conocida como uno de los líderes en el uso de Kaizen. En 1999, en una planta de los EE.UU., 7000 empleados de Toyota presentaron más de 75 000 sugerencias, de las cuales el 99% se implementaron (Khan, 2011). Estas pequeñas mejoras continuas suman grandes beneficios. Con cada empleado buscando mejoras, la metodología de Kaizen reduce el desperdicio en áreas como el inventario, los tiempos de espera, el transporte, el movimiento de los trabajadores, las habilidades de los empleados, la sobreproducción, el control de calidad y los procesos. Además, Kaizen mejora la utilización del espacio, la calidad del producto, el uso del capital, las comunicaciones, la capacidad de producción y la retención de empleados y proporciona resultados inmediatos. En lugar de centrarse en grandes mejoras intensivas en capital.

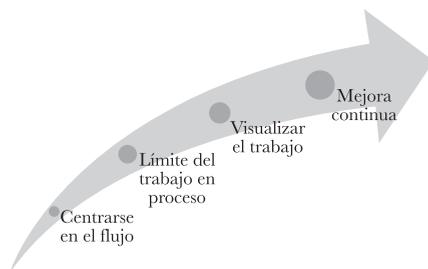
*Justo a tiempo*, es una filosofía de manufactura utilizada en muchas industrias maquiladoras en las áreas de producción para suministrar información al área de calidad en el lugar adecuado y en el momento adecuado. El Kanban es un sistema que se enfoca en la reducción de desperdicios en todos los procesos de producción controlando de manera efectiva la sobreproducción, movimientos innecesarios, defectos, tiempos de espera (Raut, 2015).

Kanban fue desarrollado por Toyota e introducido en 1962, gracias a ello permitió garantizar el flujo de material a sus plantas de ensamblaje de automóviles con un mínimo uso de recursos. El sistema Kanban ha demostrado ser una

excelente herramienta para reducir el desperdicio de recursos y optimizar el flujo de materiales (Raut, 2015). Como se muestra en la siguiente Figura 4, los principios del Kanban son una serie de procesos como: visualizar el trabajo, el límite del trabajo en proceso, centrarse en el flujo y aplicar la mejora continua.

#### Figura 4

*Principios de Kanban de acuerdo a su filosofía*



Fuente: elaboración propia de Rojat B. Wakode.

#### Metodología

Esta investigación es de alcance descriptivo, cuantitativo y exploratorio. Buscan especificar las propiedades, las características y perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier fenómeno. Pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, por una parte, la investigación fue del tipo descriptivo, pues la muestra de estudio fue diagnosticada con base en la variable dependiente *manufactura y mejora continua* (Hernández, 2014)

Para esta investigación se siguieron las siguientes fases:

La mejora Kaizen se realizó en el área de embarques donde se colocó el material exclusivo del área específica, internamente la mencionan con el nombre de “CONDENCER, CRV, PDX” (Figura 5).

## Imagen 1

Mejora del área de embarques

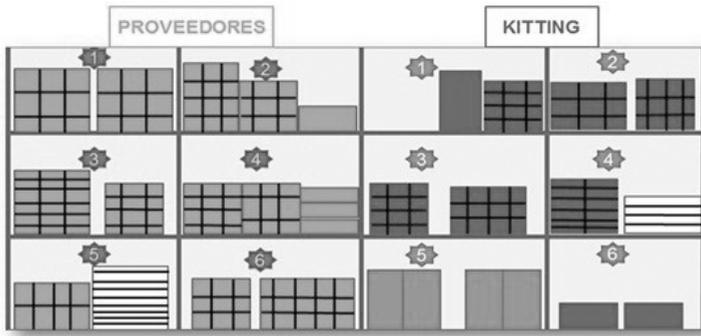


Fuente: elaboración propia.

Se requiere mover material dentro de un proceso de fabricación o instalación de producción, desde el exterior y con proveedor de la planta de producción. La tarjeta indica que hay un faltante de productos o piezas. Cuando esto es recibido, el Kanban acelerará la reposición de este, con todos los requerimientos señalados como el consumo y la demanda establecida (Figura 5 y 6). Además, se colocaron etiquetas a los materiales que se encontraban en el área de *shipping* y cuyas tarjetas especifican la fecha de solicitud del cliente. Como resultado se obtuvo menor tiempo perdido y menor trabajo para los empleados.

## Figura 5

Metodología de Kanban aplicada al área de embarques



Fuente: elaboración propia.

## Figura 6

Metodología de Kanban aplicada al área de embarques



Fuente: elaboración propia.

Para realizar la mejora continua y aplicación del Kanban, la materia prima que se usó es: cintas para delimitar el área, etiquetas rojas y hojas de colores para identificar, ordenar y controlar los materiales dañados y obsoletos (Figura 7).

## Figura 7

Etiquetas



Fuente: elaboración propia.

El uso de la metodología de las 5'S tuvo un gran impacto (Figura 8). En el rack se considera especial para el material del uso de los proveedores; aquí se puede

observar que no hay un control de ello, ocasionando que el material sea más difícil de encontrar.

### Figura 8

Área de material de proveedores



Fuente: elaboración propia.

### Imagen 2

Área de material de proveedores

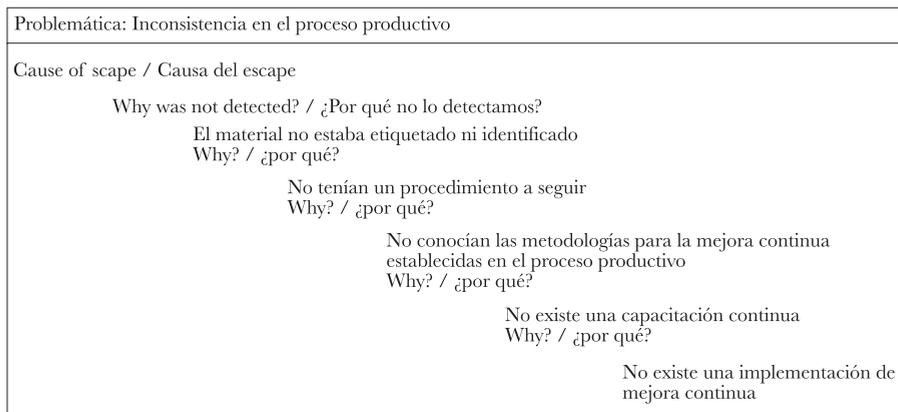


Fuente: elaboración propia.

Dentro del plan de mejora continua se implementó la metodología de los 5 porqués. Se detectó que el personal necesita capacitación y conocimiento para la implementación de herramientas para mejorar la eficiencia, eficacia y productividad.

### Imagen 3

#### Los 5 porqués



Fuente: elaboración propia.

## Resultados

Los resultados de las diversas herramientas aplicadas como el círculo de Deming, Kaizen, Kanban, 5S, VSM muestran datos favorables mediante la planificación e implementación de mejoras. Se aumentaron los niveles de eficiencia de 50 % a 70 %, eficacia de 71 % a 93 % y la productividad de mano de obra en un 9.92 % a 13.2 %, además se redujeron los tiempos ociosos en un 4 %, los índices de mantenimiento producción en un 1.2 % y el índice de material reprocesado en un 0.02 %.

La aplicación del VSM logró mejoras para identificar los desperdicios en el sistema productivo y para eliminar las actividades que no añaden valor al producto y, como se aprecia en la figura, la reasignación de cada una de las áreas.

Se logró cumplir con los objetivos planteados de optimización de espacios para su mejor distribución y control, además se logró, mediante los 5 porqués, optimizar los tiempos de eficiencia en el personal e identificar que se requiere capacitación para la mejora continua y conocimiento de aplicación de las metodologías.

## Conclusiones y discusión

De la aplicación de herramientas como el círculo de Deming, Kaizen y Kanban se obtuvieron resultados favorables mediante la planificación e implementación de mejoras. Además, se logró optimizar los tiempos de eficiencia en el personal.

Es importante resaltar que se necesita una buena disposición y compromiso de los trabajadores de producción, supervisores y directivos para que se cumplan las acciones y se supervisen que se lleven a cabo para continuar el logro de los objetivos

planteados para el proyecto. La mejora continua en las organizaciones, las industrias, los departamentos y las áreas, proporcionan una serie de servicios o productos que consume un cliente ya sea este interno o externo a la organización (García, 2003).

El trabajo en equipo es de vital importancia para que una empresa logre sus objetivos propuestos, tome decisiones que coadyuven a la mejora continua y la solución de problemas y tengan el conocimiento de las herramientas o metodologías que son parte integral en un sistema productivo empresarial.

Y, por último, el enfoque basado en procesos que tienen las normas ISO 9000:2015, utiliza diversas estrategias que ayudan a toda organización a identificar y agrupar con un mayor entendimiento sus operaciones y reorientar las acciones que se vienen desarrollando. Esto permitirá evidenciar los beneficios del sistema, que se verán reflejados en las finanzas de la empresa, considerando los procesos operativos, procesos estratégicos, y administrativos.

Esta investigación se enfoca en comprobar que al aplicar el Kaizen y diversas metodologías descritas anteriormente ayudan a cualquier empresa, compañía o gerente que pretenda arrancar o gestionar la mejora continua para la industria.

## Referencias

- Baranenko, D. (2013). Use of environmental approach to innovation-oriented development of industrial enterprises. *American Journal of Applied Sciences*, 189-194.
- Deming, W. (1990, 11 17). Personal letter to Ron Moen. (R. Moen, Interviewer)
- García, Q. (2003). Mejora continua de la calidad en los procesos. *Industrial Data*, 89-94. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>
- Hernández. (2014). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill.
- Imai, M. (1986). Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success. In M. Imai, *Kaizen: The Key to Japan's Competitive Success* (p. 66). New York: McGraw-Hill Education.
- ISO. (2022, 04, 30). *International Organization for Standardization*. <https://www.iso.org/home.html>
- Jagtap, M. (2015). P-D-C-A Cycle As TQM Tool-Continuous Improvement of Warranty. *International Journal on Recent Technologies in Mechanical and Electrical Engineering (IJRMEE)*, 1-5.
- Jain, L. (2015). The Kaizen Philosophy for Industries : A Review Paper. *The Kaizen Philosophy for Industries A Review Paper*, (p. 7).
- Khan, I. (2011). Kaizen: The Japanese Strategy. *VSRD International Journal of Business and Management Research*, 177-184.
- Morgan, M. (2008). Lost History: The Enduring Legacy of Muslim Scientists, Thinkers, and Artists. In M. H. Morgan, *Lost History: The Enduring Legacy of Muslim Scientists, Thinkers, and Artists* (p. 106). New York: National Geographic.
- Raut, L. (2015). Overview on Kanban Methodology and its Implementation. *International Journal for Scientific Research and Development*, 2518-2521.

- Raut, L. (2021). KAIZEN: A Lean Manufacturing Technique. *VIVA-Tech International Journal for Research and Innovation*, 93-97.
- Ruperti, M. (2021). El desarrollo territorial y el pensamiento económico. *Sociedad and Tecnología*, 399-415.



## Capítulo 6

Importancia de la gestión en indicadores clave de rendimiento (KPI) y el impacto en las empresas manufactureras para la medición de la productividad

*Lisset Anel Alba Rocha*<sup>17</sup>

*Mario Alberto Morales Rodríguez*<sup>18</sup>

*Gabriela Cervantes Zúbirias*<sup>19</sup>

*Ruíz Hernández Santos*<sup>20</sup>

### Resumen

La industria manufacturera representa una gran parte de la economía del mundo y es de los negocios más rentables actualmente, sin embargo, es cada vez más competida y para hacer frente a esta competencia se necesita de la mejora continua dentro de sus procesos para asegurar su lugar en el mercado global, nacional o local. Existen diversas herramientas que facilitan el desarrollo constante y la mejora continua de los procesos en todo tipo de sectores y una de las principales son los indicadores clave de rendimiento (KPI). En este proyecto se estudian los datos recopilados de manera histórica, a partir de la observación y análisis del proceso para su gestión correcta. Una encuesta reveló que, aunque bien conocidas, no siempre son aplicadas de manera correcta. Así, surge la matriz que engloba lo necesario para la realización de KPI que respalden los procesos a través de una constante evaluación. Esta matriz permite que el encargado de aplicar los pasos mano a mano evalúe su desempeño laboral y dé un seguimiento que tenga como consecuencia su funcionamiento óptimo y que mejora día con día evocando en una empresa cada vez más competitiva.

**Palabras clave:** indicadores clave, rendimiento, manufactureras y productividad.

<sup>17</sup> Grupo Disciplinar UAT-GD-122 “Mejora continua de procesos productivos”, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), México. [lalva@docentes.uat.edu.mx](mailto:lalva@docentes.uat.edu.mx)

<sup>18</sup> Grupo Disciplinar UAT-GD-122 “Mejora continua de procesos productivos”, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), México. [mmorales@docentes.uat.edu.mx](mailto:mmorales@docentes.uat.edu.mx)

<sup>19</sup> Grupo Disciplinar UAT-GD-122 “Mejora continua de procesos productivos”, Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán (UAMRA) de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), México. [gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx](mailto:gabriela.cervantes@docentes.uat.edu.mx)

<sup>20</sup> Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel candidato Dr. Santos Ruíz Hernández. TECN M Campus Pánuco.

## Introducción

Actualmente resulta importante analizar y gestionar los procesos de manufactura y actividades de una empresa, considerando medir el desempeño de sus operaciones de obtención de insumos, transformación de materia prima o transporte de producto terminado. Como consecuencia, evaluar el rendimiento laboral, gestionar mejor las tareas para realizarlas de manera eficaz y analizar la toma de decisiones para poder proponer objetivos realistas, alcanzables y medibles son los desafíos más relevantes de las empresas (Henríquez, 2018).

Derivado de ello, la medición del rendimiento laboral repercute de manera directa en la productividad, en las finanzas y en la contabilidad de toda organización pública o privada. Aunado a ello, los cambios demográficos -como el crecimiento cada vez más acelerado de la población- y sociales -como la influencia de redes sociales y medios de comunicación en el ambiente laboral, puesto que la sociedad está en un constante cambio cada vez más radical y rápido- impactan las condiciones laborales tradicionales.

De esta manera, las empresas necesitan evaluar el rendimiento laboral que permita conocer aspectos que se puedan mejorar, gestionar mejor las tareas para realizarse de manera eficaz y saber qué decisiones tomar para alcanzar sus objetivos -realistas y alcanzables-. La evaluación del desempeño debe convertirse en un instrumento de vital importancia en manos de los que dirigen la empresa, a favor de mejorar las habilidades del trabajador, logrando con ello el desarrollo de ventajas competitivas en el área donde se preste un servicio o se genere un producto (Urdaneta, 2016). “Lo que no se mide, no se conoce, no se controla y nunca se podrá mejorar” (Thomson, 2019).

## Marco teórico

La ISO (International Organization for Standardization), se define como una organización no gubernamental que cuenta con una sede en Ginebra que forma un conjunto de organismos nacionales de estandarización para elaborar y publicar normas internacionales. La ISO está encargada de elaborar las normas que abarcan todas las posibles cuestiones de la industria, desde lo tecnológico hasta la seguridad alimentaria o la sanidad dentro de la empresa.

Sus artículos controlan desde la especificación del producto hasta la gestión de la calidad y el desarrollo de este. Sin embargo, no son solamente cuestiones técnicas; se ha logrado expandir a áreas de competencia social y laboral, considerando la responsabilidad social en la ISO 26 000, o la salud y seguridad en el trabajo como en la norma ISO 45 001. Estas normas no pretenden ser papelería necesaria para las empresas, sino que su objetivo es ser herramientas de trabajo que faciliten la

interacción entre las empresas y sus clientes, otorgando credibilidad y seguridad en la calidad de sus productos y sus procesos, aunado a su compromiso social (Vincensini, 2018).

La ISO (2022) define la propia norma 9001 como conceptos fundamentales, tales como aplicar su enfoque en los procesos de las empresas enfocados en Ingeniería con la importancia de cuantificar el medio ambiente de la empresa, tanto interno como externo, para poder entrar en un mercado competitivo (ISO, 2022).

Los principios de la administración de la calidad son universalmente aplicables a las organizaciones que buscan un éxito sostenido a través de la implementación de un sistema de gestión de la calidad (SGC). La ISO 9001 (2022) define la calidad como un nivel o medida al que puedan llegar el conjunto de las características de un producto. Las empresas más grandes del mundo tienen establecida esta norma dentro de la estrategia de sus objetivos para el desarrollo de todo el personal de la fábrica, a través de la implementación de un sistema certificado de gestión de calidad ISO 9001 que garantiza el crecimiento, rentabilidad y sostenibilidad de la compañía (Paredes, 2018).

La *calidad* en el área de ingeniería es una medida de valor que se le da a un producto derivado de sus características, en relación hacia donde está dirigido, reafirmando la vitalidad que tiene en el proceso de manufactura para asegurar su supervivencia, ya que, asegurar la calidad, asegura la satisfacción del cliente.

Hinojosa (2019) menciona que en una organización el control de la calidad y la estandarización se basan principalmente en los siguientes puntos: la organización, la existencia de un líder, involucrar al trabajador, el objetivo principal, implementar un sistema de calidad y los beneficios bilaterales.

En cuanto a los indicadores clave de rendimiento KPI de manera histórica, desde 1980 se ha discutido, en el ámbito de la gestión de proyectos, sobre la evaluación del desempeño y el impacto en la empresa, ya sea, en la medición del rendimiento, gestión de operaciones, gestión de calidad y gestión estratégica (Alveiro, 2016).

Los indicadores de la gestión en las empresas son el respaldo de las técnicas y métricas que pueden garantizar la evaluación de sus procesos. Para estos fines, el definir de manera acertada los indicadores que facilitarán la identificación de los procedimientos, da soporte esencial en la captura de datos e información en forma efectiva para determinar metas, objetivos, medir el desempeño y obtener con total certeza el funcionamiento óptimo de nuestra empresa (Aprendizaje36.com, 2019).

Por ello es importante medir y conocer el rendimiento en la empresa para así alimentar de datos e información a todos los procesos y con ello aumentar la productividad y cumplir con las metas, generando un ambiente laboral de mejora

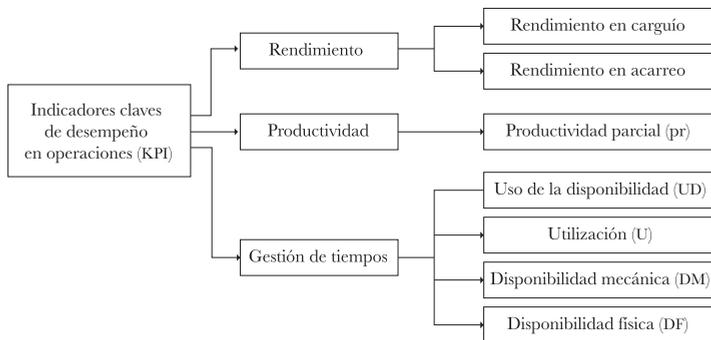
continua. La manera en que una organización logra sus objetivos define la gestión que tiene la misma sobre su desempeño y calidad (Flapper, 2018).

Estos indicadores comúnmente denominados “KPI”, miden el nivel de rendimiento de un proceso y su objetivo es alcanzar las metas fijas trazadas, los resultados indican la eficiencia de los procesos (Ocas, 2018).

Los KPI son seleccionados con base en las metas, objetivos y visión; son cuantificables y ayudan a la organización a tener la veracidad de que los recursos y costos están utilizados de forma correcta, dando reportes a la gerencia sobre todos los resultados, que sirven para la toma de decisión (Bernaola, 2016).

### Figura 1

*Composición de los indicadores clave de rendimiento*



Fuente: Autor.

Con ello se comprende la íntima relación que existe entre los KPI y la calidad en una organización, pues estos son el medio para un fin, construyen y guían el camino para alcanzar las metas y objetivos de la empresa.

Medir el rendimiento consiste en cuantificar las acciones en el proceso, donde se lleva un desarrollo de medición de las acciones que llevan a los resultados, así pues, cuantificar es la captura de datos estadísticos e históricos, utilizados para retroalimentar el análisis de cualquier proceso, donde los datos se evalúan según su ponderación numérica (Neely, 2016). Aunque ciertamente todo ello varía de acuerdo con el proceso, se encuentra dentro de la definición de medir. Para los fines de este documento, la medición conlleva la evaluación de atributos cualitativos a los que se les asigna valores cuantitativos de acuerdo con su desempeño, dicho valor es numérico y su estimación es previamente definida para su comprensión de modo que no se califican de manera positiva o negativa, sino que reflejan el estatus real de la propia acción.

La importancia de los indicadores dentro de la organización radica en que nos dicen qué se debe medir y cuáles son sus límites de control (Flapper, 2018). Es decir, hasta dónde puede tener fallas el proceso, producto o servicio de manera que no afecte significativamente a la calidad de este y está controlado por el propio proceso de medición.

La calidad consiste en el cumplimiento de lo esperado del producto o servicio; puede medirse a través de indicadores clave del rendimiento en los que se otorga un valor numérico para su control y maximización de eficiencia; esto es definido por los clientes en conjunto con la empresa. La eficiencia es pues la relación entre la producción y sus insumos enfocados en la productividad, en contraste con sus recursos; por su parte la eficacia evoca en las salidas apropiadas de acuerdo con su proceso (Zoé, 2017).

De esta manera, el rendimiento de la empresa está directamente relacionado con la eficacia y eficiencia de sus procesos y por ende en la calidad de estos, lo que se controla a partir de su medición. Definir con claridad cada indicador de rendimiento es tan importante como la ejecución misma de los KPI.

La gestión del rendimiento en proyectos consiste en el establecimiento de metas de desempeño, en la elección de una estrategia para mejorar a través de factores críticos de éxito (FCE), y en la aplicación de un proceso de medición con KPI para establecer la diferencia entre metas y resultados.

Aunque existe siempre discusión acerca de lo que es un *proyecto exitoso*, debemos en primer lugar tener clara la diferencia entre el éxito del proyecto y el éxito de la gestión del proyecto. El éxito del proyecto es medido por el logro de los objetivos del producto final, siendo medido por los objetivos del producto final; el último, en contraparte, se mide en términos del proceso como son tiempo, costo y calidad (Baccarini, 2016).

De manera complementaria, Bayraktar (2011) dice que para que un proyecto se considere exitoso debe cumplir con el calendario, presupuesto, seguridad y calidad establecida. Aunque constantemente se hace hincapié en que los puntos críticos de un proyecto son el costo, tiempo y calidad, se propone también incluir criterios como la calidad del proceso de gestión y la satisfacción de las expectativas del cliente y los involucrados como una opción para un mayor rango de visión en el proyecto de modo que los factores críticos de una empresa se convierten en los KPI a analizar y ser medidos para asegurar dichos estándares (Fitzgerald, 2015).

Los KPI son una herramienta esencial en las organizaciones ya que pueden adaptarse a sus necesidades, sin importar su giro específico, de acuerdo con el enfoque que se desee lograr. El análisis de investigaciones de diversos autores revela las categorías relevantes para medir y tener resultados óptimos durante el proceso productivo (Tabla 1).

**Tabla 1***Tipos de KPI considerando diferentes proyectos*

Tipo proyecto	Categoría	Autor
Construcción	Coste, Tiempo, Calidad, Seguridad, Salud, Medio ambiente, Satisfacción del cliente, Comunicación	Cheung & Cheung, 2004
	Coste, Tiempo, Calidad, Propietarios	Ling, 2004
	Coste, Programación	Cho & Hyun, 2009
	Equipo de trabajo, Mejora continua, Tiempo, Presupuesto, Especificaciones, Recursos/ eficiencia, Cosas correctas/ efectividad, Seguridad, Defectos, Involucrados, Conflictos	Toor & Ogunlana, 2010
	Programación, Coste, Calidad, Disputas	Jha & Iyer, 2007
	Interesados, Tiempo, Coste, Aplicación de estándares, Implementación, Formación	Bernroider & Ivanov, 2011
	Coste, Tiempo, Satisfacción del cliente, Implementación del SGC, Equipo de proyecto, Gestión de cambios, Gestión de materiales, Gestión de seguridad	Luu, Kim, & Huynh, 2008
Desarrollo	Tiempo, Coste, Calidad, Organización	Sohail & Baldwin, 2004
General	Personal, Plan de gestión, Participación de involucrados, Uso de procesos de gestión, Indicadores/involucrados	Bryde, 2003
	9 áreas del PMBOK	Lauras, Marques, & Gourc, 2010
	Tiempo, Presupuesto, Costes, Objetivos, Cliente, Beneficios, Gestión, Cambios, Calidad	Stewart, 2001
	Tareas y responsabilidades, Metas, Involucrados, Uso de recursos, Contratos, Programación, Presupuesto, Organización, Calidad, Información, Riesgos	Westerveld, 2003
Informática	Presupuesto, Indicadores de gestión del valor ganado, equipo de proyecto, Tiempo de finalización de tareas, cliente, costos	Barclay & Osei-Bryson, 2010
	Tiempo, Coste, Alcance, Implementación, Involucrados, Aprendizaje e innovación, Beneficios, Calidad de uso	Barclay, 2008
Investigación y desarrollo	Rentabilidad, Tiempo, Comunicación, Coordinación, Coste, Interacción con clientes, Difusión, Logro de objetivos	Sánchez & Pérez, 2002
Manufactura y tecnología	Tiempo, Esfuerzo, Personal, Urgencia, Dificultad, Incertidumbre	Cao & Hoffman, 2011
Organización	Tiempo, Coste, Calidad	Wi & Jung, 2010
Petróleos	Alcance, Tiempo, Recursos	Dey, 2000
Software	Esfuerzo, Coste, Errores, Alcance, Riesgos, Cambios	Presedo, Dolado & Aguirregoitia, 2010
Vivienda social	Coste, Duración, Proveedores, Satisfacción del Cliente, Progreso	Bryde & Wright, 2007

Fuente: elaboración propia.

Los KPI son una métrica de cómo evoluciona un proceso y se puede utilizar el acrónimo SMART pues estos deben ser: específicos, medibles, alcanzables, relevantes y temporales (Duran, 2006). En proyectos de construcción, por ejemplo, medir el rendimiento es esencial en el proceso de control, puesto que permite vigilar el desempeño para alcanzar los objetivos finales (AlJibouri, 2018).

Así pues, los KPI se convierten en una herramienta versátil, eficaz y útil para la evaluación constante de la empresa. Sin ellas es imposible tener un rumbo a seguir para los objetivos de la industria. Los KPI miden inductores del éxito, nunca de resultados. Estos suelen estar atados a la estrategia de la organización también considerada como *vehículos de comunicación* ya que de la misma forma permite que los altos mandos de la empresa comuniquen la misión y la visión de la empresa a todos los niveles de la jerarquía. Los KPI son usados para calcular:

- Tiempo que se utiliza en mejorar los niveles de servicio de un proyecto dado.
- Nivel de satisfacción del cliente.
- Tiempo de mejorar de asuntos relacionados con los niveles de servicio.
- Impacto de la calidad de los recursos financieros adicionales necesarios para realizar el nivel de servicio definido.

## Antecedentes

Dentro del contexto histórico sobre la evaluación de rendimiento se observa que todo método debe ser comprobado con base en sus resultados para determinar la veracidad y el funcionamiento adecuado del mismo.

Robert Owen comenzó a supervisar sus fábricas de algodón en el siglo XIX con los llamados *monitores silenciosos*, consistentes en cubos de madera de color colocados encima de cada estación de trabajo, para reflejar el grado de rendimiento. En el siglo XX se considera que la principal causa de desarrollo de los indicadores de rendimiento clave KPI modernos fue debido a los psicólogos industriales, los gestores de recursos humanos, de desarrollo organizacional y los consultores en comportamiento organizacional (Álvarez, 2020).

Diversas investigaciones sobre los KPI, destacan que estos aportan conocimiento global en los equipos para enfocarse en minimizar pérdidas dentro de la producción, mejorando el método de trabajo con una inversión mínima donde se obtuvieron los resultados de mejora de rendimiento (Tabla 2).

**Tabla 2***Porcentaje de mejora de rendimiento*

Área	Porcentaje final	Porcentaje de mejora
Disponibilidad Mecánica	94.70 %	2.00 %
Utilización Operativa	94.80 %	2.00 %
Efectividad Global	77.50 %	17.00 %
Productividad Total	65.80 %	22.00 %

Fuente: elaboración propia.

De manera más específica tenemos casos como el de la compañía *British Airways* (BA) en los años 80: Lord King (uno de los empresarios más importantes de la historia) se dispuso a mejorar la aerolínea en decadencia, de la mano y consultoría de expertos en aerolíneas comerciales y financieras, con el respaldo de encuestas, estudios de satisfacción del cliente y estudios de mercado. Como conclusión, enfocaron sus esfuerzos en la puntualidad en la salida y arribo de los vuelos. Los factores críticos más relevantes y bien definidos suelen ser no más de 5 a 8, esto es vital para cada trabajo de establecimiento de KPI.

Para lograr aquello se establecieron métricas y tolerancias para el retraso de los vuelos de la compañía, los KPI fueron relacionados directamente con la puntualidad desarrollando las seis perspectivas del BSC:

**Tabla 3***KPI de acuerdo a los expertos*

Económico financiero	Cliente	Medioambiente y comunidad
Uso de activos	Servicios sin error	Apoyo de empresas locales
Optimización del capital de trabajo	Crecimiento de clientes	Programa Green Globe 21
Concentración en los tops 10 clientes	Satisfacción de clientes	Liderazgo comunitario
Procesos internos	Satisfacción de empleados	Crecimiento y aprendizaje
Entrega puntual	Cultura de empresa positiva	Empowerment
Relaciones productivas con accionistas	Retención del staff crítico	Mejora experiencia
Optimización de la tecnología	Mejorar reconocimientos	Adaptabilidad

Fuente: Consulting Group Sixtina (2018).

Como consecuencia, cualquier vuelo de BA que estuviese retrasado fuera de estos parámetros detectados por los KPI, era informado a Lord King; como consecuencia los operadores de vuelo y *managers* inmediatamente recibían una llamada por parte

del empresario dando como resultado que la compañía BA adquiriera fama y reputación de puntualidad en sus vuelos (*Sixtina Consulting Group*, 2019).

En el 2009 la Central Hidroeléctrica de Sandía trabajó en un proyecto que consistía en elaborar indicadores clave de mantenimiento de clase mundial para que la empresa fuera más competitiva. Los indicadores de gestión y tendencia alcanzaron rangos internacionales de estándar mundial que garantizaban la competitividad en la industria. Los indicadores de información gerencial tuvieron unos valores anuales de:

**Tabla 4**

*Mejoras en porcentaje de los KPI*

Disponibilidad	Utilización	Productividad
90.66%	90.96%	82.46%

Fuente: elaboración propia.

Esto indica que a mayor disponibilidad, mayor productividad, lo que evidencia la relación que existe entre ambos indicadores (Gamarra, 2009).

En 2013 se realizó un estudio mediante la herramienta IP: Informe de Productividad a través de la utilización de KPI que determinó la productividad de los equipos, teniendo como resultado ganancias de \$723 684.66 dólares anuales. Se concluye que con el planteamiento de las posibles causas de pérdida antes de la implementación de indicadores clave provocó el aumento en la productividad y posibles alternativas de solución.

Beuchot se propuso eliminar el tiempo de espera en los camiones de minería para aumentar la productividad con base en costos y tiempos. En sus resultados del 2015 encontró que antes de la gestión de indicadores clave del rendimiento tenían una pérdida anual de \$3 860 040.00 dólares. Después de la gestión y aplicación de los indicadores clave de rendimiento se obtuvo una pérdida de \$631 593.00 dólares en concepto de tiempo muerto o perdido, con un ahorro de \$3 228 447.00 dólares al año, gracias a la disminución de paradas (Beuchot, 2015).

**Tabla 5**

*Ganancia anual por implementación de indicadores clave*

Pérdida anual sin gestión de KPIs	Pérdida anual con gestión KPIs	Ahorro Total
\$3 860 040.00	\$631 593.00	\$3 228 447.00

Fuente: elaboración propia.

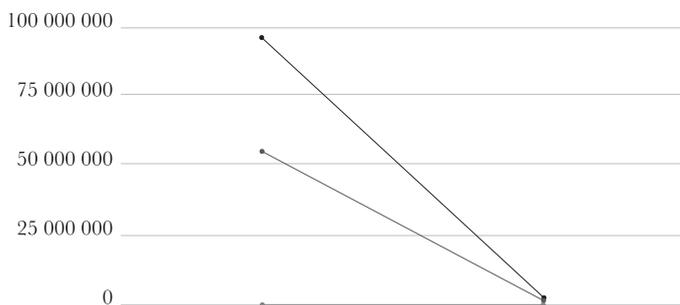
En 2016 se creó una herramienta computacional para el control de indicadores clave de rendimiento en los operadores, equipos de transporte y carguío el cual tuvo como consecuencia el mejoramiento de prácticas operacionales y capacitación en la mina Bronces, ubicada en el centro metropolitano del sur de Santiago de Chile, Perú, a una altura de 3800 msnm (metros sobre el nivel del mar). Se realizó una investigación descriptiva, de muestreo no probabilístico, donde a través de un recolección de datos se obtuvo información de mejora en la productividad de cada operador, mejoró los tiempos de carguío disminuyéndolos haciendo un seguimiento a los operadores y sus indicadores. En general se considera un éxito del 75% en mejoras; se concluyó que gracias a estos cambios se optimizaron tiempos en las actividades de producción favoreciendo la productividad individual de los operadores de maquinaria pesada a los que evaluaron, se potenció e identificó área de oportunidad gracias a los estándares establecidos como indicadores clave de rendimiento (Lara, 2018).

### Datos estadísticos

Según *Data México Reynosa* (2020) la población total en Reynosa fue de 704 767 habitantes (49.7% hombres y 50.3% mujeres) contra el 2010, se obtiene un crecimiento del 15.7%. Sin embargo, en el sector tamaulipeco en el primer trimestre del 2021 se tuvo una tasa de participación del 58.2% de la población económicamente activa, ello implica una disminución de 0.16 puntos porcentuales con respecto al pasado periodo y 2.07 puntos con respecto al año pasado en el mismo periodo del año (Gráfica 1).

### Gráfica 1

*Población económicamente activa en Tamaulipas y México*



Fuente: Data México Reynosa.

Esto se traduce en los siguientes datos:

**Tabla 6**

*Números fijos de la población económicamente activa en Tamaulipas y México*

Tamaulipas, México.		
Trimestre	2021-T1	2021-T1
Población económicamente activa	1.59M	55.4M
Población en edad de trabajar	2.73M	96.9M
Porcentaje	58.20%	57.10%

Fuente: elaboración propia.

A fin de demostrar que la utilización de los KPI influye en el desarrollo de la matriz para su elaboración, en la población se realizó una encuesta a una muestra representativa mediante de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{(K^2)(N)(p)(q)}{[(e^2)(N-1)][(K^2)(p)(q)]}$$

Siendo que simbología es la siguiente:

- n: Muestra representativa
- N: Población
- p: Proporción que cumple con el objeto de estudio
- q: Proporción que no cumple con el objeto de estudio
- K: Nivel de confianza
- e: Margen de error

Para la realización de la encuesta se tomará en cuenta que:

- El nivel de confianza es del 95 % lo que convierte el valor de “K” en 1.96.
- El margen de error será del 5 % lo que traduce el valor de “e” en 0.05.
- Debido a que no se toman en cuenta estudios previos los valores de “p” y “q” serán igual a 0.5.

A continuación, se establece la simbología con sus valores específicos: N: 1 590 000 personas, p: 0.5, q: 0.5, K: 1.96, e: 1.96. Una vez sustituidos los datos dentro de la fórmula se determina el valor de “n” en 400 personas que serán encuestadas para el estudio en el área de Tamaulipas.

## Justificación

La *era de la información*, lejos de fomentar el conocimiento humano, se ha convertido en herramienta de nulo esfuerzo que ha generado personas más desinteresadas y desinformadas y vuelto más difícil obtener información fidedigna y confiable, tornándose irónicamente en la era en la que prolifera la desinformación más que el conocimiento y la verdad.

Aunque el establecimiento de KPI para un procedimiento específico puede parecer tarea sencilla, este exige conocer perfectamente los objetivos del giro de nuestro proceso. Un error común de las empresas es elegir KPI similares a las que les rodean o bien son su propia competencia, cayendo en la problemática que los mismos no son especializados en su estrategia y objetivos.

Por ello es importante conocer todos los tipos de KPI y los estándares que los conforman, no para saberlos de memoria, sino para estudiarlos y comprenderlos y posteriormente poder crear los propios, no solo a nivel empresarial, sino llegar a familiarizarse tanto con ellos que se utilicen incluso en nuestra vida personal.

Realizar una investigación documental de la importancia de la gestión de los indicadores claves del rendimiento KPI en las empresas manufactureras para la medición de la productividad en el sector industrial, implica:

- Analizar antecedentes a nivel Internacional y nacional que tengan práctica del uso de los KPI para la toma de decisiones.
- Elaborar una matriz de pasos estándar derivados de los KPI más utilizados en la industria manufacturera.
- Analizar resultados positivos obtenidos a través del tiempo de empresas manufactureras en Latinoamérica utilizando los KPI.

## Material y métodos

En esta investigación se analizaron diferentes metodologías para la obtención de datos y resultados, como se puede observar en el diagrama de flujo.

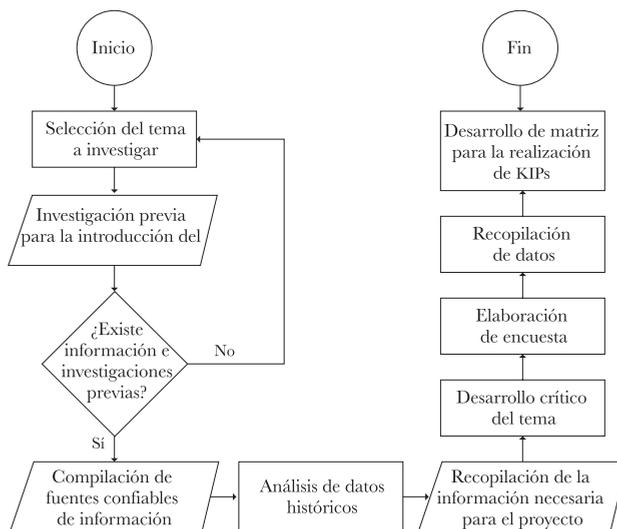
Se recopilaron datos mediante una encuesta informativa y analítica sobre la población trabajadora en la industria maquiladora para conocer el alcance de los KPI, así como su conocimiento de la población en general para la toma de datos estadísticos en Reynosa, Tamaulipas.

La encuesta incluyó respuestas abiertas donde pueden explicar y respuestas cerradas en la que el encuestado solo elige la respuesta que considere previamente establecida; la encuesta se realizó en línea debido a la pandemia (COVID-19), en un proceso sencillo y rápido. Se encuestó a un total de 400 personas. Se realizó una investigación inductiva donde se aborda el conocimiento particular dando como

resultado conocimiento general a partir de la observación y la experiencia, basado en la metodología de la Semar (2020).

**Figura 2**

*Pasos para el desarrollo del proyecto*



Fuente: elaboración propia.

Como resultado, se toma en cuenta cada definición y perspectiva dentro de este documento para sintetizar una serie de pasos a seguir (10 en total) que nos proporcione certidumbre para el desarrollo de KPI confiables para el monitoreo de nuestro proceso:

1. Identificar el área o proceso a evaluar.
2. Precisar a los involucrados en el área o proceso.
3. Realizar un listado de las obligaciones del área o proceso en cuestión.
4. Hacer un listado de objetivos generales que se desee para el desempeño del área o proceso.
5. Identificar valores numéricos en cada objetivo.
6. Ordenar jerárquicamente los objetivos de acuerdo con su importancia en el objeto de estudio.
7. Identifica el entorno de la medición.
8. Identifica posibles factores externos que puedan afectar al resultado del objeto de estudio.

9. Conocer nuestro lugar en el que formamos parte del proceso o área de estudio y elegir el mejor punto de vista para evaluar los KPI.
10. Enlistar los KPI desde el punto de vista predefinido

## Resultados

En uno de los cuestionamientos referente a los trabajadores que conocen los *Key Performance Indicator* el 70.2% respondió que lo desconoce, mientras que el resto, 29.8% sí los conocen; el 48.9% no ha participado en su implementación y solo el 14.9% sí ha participado. Como resultado, se propuso una matriz de pasos a seguir para el desarrollo de KPI para el monitoreo de los procesos (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Matriz de pasos a seguir para el desarrollo de KPI*

No.	Indicador	Propuesta
1	Identificar el área o proceso a evaluar	Identificar el área o proceso a evaluar. Se debe tener perfectamente delimitado que proceso se va a monitorear el alcance que se desea lograr
2	Considerar el personal	Precisar a los involucrados en el área o proceso
3	Establecer funciones	Realizar un listado de las obligaciones del área o proceso y conocer las funciones que se desempeña, proporciona información relevante para el establecimiento de sus alcances y delimitaciones
4	Realizar objetivos y metas	Hacer un listado de objetivos generales que se desee para el desempeño del área o proceso estos deben ser medibles y alcanzables e identificarlos con valores incluyendo a los involucrados con su respectiva ponderación e identificando cuales son de mayor impacto
5	Identificar el entorno de la empresa	Identifica el entorno de la medición. Se debe conocer el medio ambiente en el que se desarrolla el proceso o bien el área del objetivo de estudio ya sea en un grupo específico, un local comercial o una oficina
6	Identificar factores externos	Identifica posibles factores externos que puedan afectar al resultado del objeto de estudio. Conocer todo aquello que puede influir en nuestro objeto de estudio es vital para comprender todo aquello que se está midiendo
7	Conocer tu ambiente laboral	Conocer nuestro lugar en el que formamos parte del proceso o área de estudio y elegir el mejor punto de vista para evaluar los KPI. Esto define la perspectiva desde donde se van a recopilar los datos obtenidos a través de los KPI's Estos puntos de vista pueden ser, desde el cliente interno, desde el cliente final, desde quienes desempeña el proceso, etcétera
8	Establecer los KPI's	Enlistar los KPI's desde el punto de vista predefinido. Con base en los puntos anteriores se define todo aquello que será evaluado y su respectiva ponderación

Fuente: elaboración propia.

## Discusión

En el área manufacturera y prácticamente en cualquier empresa, se emplean indicadores para evaluar de manera interna, cuando se proponen sus propios estándares, o de manera externa, como pueden ser sus propios clientes. Para ello la matriz presentada, concluida a través del presente trabajo de investigación y a partir de los resultados obtenidos en las encuestas, resulta eficaz y versátil, es decir, proporciona un concepto sencillo de entender sin importar el área o nivel en el que quiera ser aplicada para el desarrollo de los KPI necesarios para el área.

Sin embargo, los estudios de los autores referidos en comparación con el presente abordan indicadores clave de rendimiento específicos para su área o campo sistemático y difieren en herramientas y pasos que cumplen con la demanda establecida. Por el contrario, los presentados con anterioridad conforman un esquema genérico que apoya la realización de indicadores clave de rendimientos de acuerdo con la naturaleza que se requiera.

## Conclusiones

Esta investigación mostró la importancia y el impacto positivo de la gestión de los indicadores claves del rendimiento KPI en las empresas manufactureras para la medición de la productividad en el sector industrial. Se analizaron los antecedentes a nivel internacional y nacional que resultan en que los indicadores clave de rendimiento que delegan a todos los implicados los objetivos del área y acuerda las claves para el funcionamiento correcto del proceso en cuestión, son fundamentales para la mejora continua ya que evalúa, mejora y contempla datos históricos dentro de los procesos para la toma de decisiones.

Se elaboró una matriz de pasos estándar derivados de los KPI más utilizados en la industria manufacturera que arrojen datos numéricos y acciones cuantificables de manera que sean fácilmente traducidos en gráficas o tablas que representen de manera clara el estatus del proceso. Los datos estadísticos pueden ser guardados como datos históricos para su posterior consulta y evaluación, con la seguridad de que se realiza el trabajo de la mejor manera posible.

Se analizaron resultados positivos obtenidos a través del tiempo de empresas manufactureras en Latinoamérica utilizando los KPI para lograr la gestión de los procesos recurriendo a la medición cuantificable de los propios y continuar con una evolución constante que evoque en una empresa cada vez mejor. Dado que el objetivo principal de los indicadores clave de rendimiento es ayudar en la toma de decisiones que potencien la fuerza de trabajo, no deben ser generales, sino, definidos y concretos con la dirección enfocada en el objetivo establecido. Por ello, esta matriz busca esclarecer la importancia de los indicadores clave de rendimiento en las empresas de

manera que se conviertan en una práctica común, sencilla de aplicar y con resultados claros para quien busca mejorar su rendimiento y evaluar el desempeño.

## Referencias

- AlJibouri, H. (2018). *Emerald*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/ECAM-09-2018-0419/full/html>
- Álvarez, L. (2020). *Plan de gestión integral de residuos sólidos de acumuladores (baterías de celulares) de surtigel E.R.* <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/9480>
- Alveiro, M. (2016). *Visión del futuro*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://www.redalyc.org/pdf/3579/357935472005.pdf>
- Aprendizaje36.com (2019). *Importancia de los indicadores en la gestión del conocimiento*. <https://aprendizaje360.com/indicadores-gestion-conocimiento/>
- Baccarini, D. (2016). *Sage Journals*. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/875697289903000405>
- Bayraktar, M. (2011). *ASCE Library*. [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000345](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000345)
- Bernaola, P. (2016). *Ascendo blog*. <https://blog.acsendo.com/por-que-deberia-implementar-kpis-en-su-organizacion/>
- Beuchot M. (2015). *Teoría semiótica*. <https://revistas-filologicas.unam.mx/interpretatio/index.php/in/article/view/9>
- Fitzgerald, V. (2015). *Faculty of Business*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://eprints.usq.edu.au/346/1/DependentVariableArticleV8.pdf>
- Flapper, F. (2018). *Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos. Perspectiva del Manager público*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n73/n73a05.pdf>
- \_\_\_\_\_. (2018). *International Journal*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/01443579610119144/full/html>
- Gamarra, E. (2009). Educación universitaria y su relación con el crecimiento económico: evidencia empírica del caso peruano. *Educación universitaria y su relación con el crecimiento económico: evidencia empírica del caso peruano*.
- Durán, G. (2006). *Torrossa*. [https://scholar.google.com.mx/scholar?as\\_ylo=2018&q=\(George+T.+Duran,+Robert+S.+Ruben,+1981\)&hl=es&as\\_sdt=0,5&as\\_vis=1](https://scholar.google.com.mx/scholar?as_ylo=2018&q=(George+T.+Duran,+Robert+S.+Ruben,+1981)&hl=es&as_sdt=0,5&as_vis=1)
- Henríquez, G., Cardona, D., Paternina, C., y León, Á. (2018). *Medición para cadenas de suministro bajo indicadores claves de desempeño (KPI) y tecnologías de información*. <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/dictamenlibre/article/view/5147>
- Hinojosa, S. (2019). *La impostura de la evaluación en blogs*. <https://laimposturadelaevaluacion.wordpress.com/el-control-de-la-calidad-en-educacion-sergio-hinojosaser/>

- ISO. (30 de 04 de 2022). *International Organization for Standardization*. <https://www.iso.org/home.html>
- Lara, Y., y Jaramillo, A. (2018). *Revista odontológica mexicana*. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-199X2018000300144&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-199X2018000300144&script=sci_abstract&tlng=pt)
- Neely, G. (2016). *Revista internacional*. [https://scholar.google.com.mx/scholar?q=\(Neely,+Gregory+%26+Platts,+2005\).&hl=es&as\\_sdt=0&as\\_vis=1&oi=scholart](https://scholar.google.com.mx/scholar?q=(Neely,+Gregory+%26+Platts,+2005).&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart)
- Ocas, D. (2018). *Scribd*. <https://es.scribd.com/document/433148538/Indicadores-Clave-de-Desempeno-Proy-Constancia-Cuzco-Aprobada>
- Paredes, W. (2018). *Paideia XXI*. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/2042>
- Semar. (2020). *Science Direct*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1934592520301350>
- Sixtina Consulting Group. (2019). *E Libros*. <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/3313>
- Thomson, W. (2019). *IEDS*. [https://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/index.php/34-institucional/noticias/374-lo-que-no-se-mide-no-puede-mejorarse#:~:text=William%20Thomson%20Kelvin%20\(Lord%20Kelvin,mejora%2C%20se%20degrada%20siempre%22](https://www.cab.cnea.gov.ar/ieds/index.php/34-institucional/noticias/374-lo-que-no-se-mide-no-puede-mejorarse#:~:text=William%20Thomson%20Kelvin%20(Lord%20Kelvin,mejora%2C%20se%20degrada%20siempre%22)
- Urdaneta, O., y Urdaneta, M. (2016). *RCS*. chrome-extension://efaidnbmnmbpcjpcglclefindmkaj/<https://www.redalyc.org/pdf/280/28029474006.pdf>
- Vincensini, P. (2018). *Organización Internacional para la Normalización*. <https://www.ioe-emp.org/es/organizaciones-internacionales/organizacion-internacional-para-la-normalizacion#:~:text=La%20ISO%20es%20una%20organizaci%C3%B3n,normas%20internacionales%20y%20documentos%20relacionados>
- Zoé, D. (2017). *Logotipo esmeralda*. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17410400710757105/full/html>



# Capítulo 7

## Análisis de la responsabilidad social empresarial según Carroll vs. ISO 26000

*René Tinoco Mendiola*<sup>21</sup>

*Federico Gamboa Soto*<sup>22</sup>

*Juan Enrique Bermea Barrios*<sup>23</sup>

*Norberto Avilés Velázquez*<sup>24</sup>

### Resumen

La Responsabilidad Social Corporativa (RSC) o Responsabilidad Social Empresarial (RSE), es un tema en curso, el estímulo es la transición de una perspectiva de resultado único a un resultado final que incluya el medio ambiente y métricas sociales y económicas. Existe escasa literatura académica sobre las prácticas de RSE en firmas de capital privado y firmas de cartera. El objetivo de este estudio es investigar las prácticas de RSE en Empresas de Cartera (EDC).

El estudio utilizó un método de investigación cuantitativo que involucró a 12 participantes a nivel de alta gerencia de firmas de cartera administradas por dos compañías de capital privado, seleccionados mediante un muestreo no probabilístico. Se realizaron entrevistas telefónicas semiestructuradas para la recolección de datos que fueron grabados y transcritos con la aprobación de los participantes. Los datos se analizaron posteriormente de manera cualitativa.

Los hallazgos han revelado que las EDC emprenden prácticas de RSE, y la mayoría de las empresas se dedican a actividades filantrópicas en sus comunidades. Las prácticas de RSE incluyen educación de la primera infancia, donaciones caritativas como patrocinios deportivos, desarrollo socioeconómico de las comunidades y provisión de programas de salud y bienestar. Ahora bien, las empresas de capital privado no participan en la toma de decisiones de las actividades de RSE realizadas por las EDC. La implementación de las prácticas

---

<sup>21</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. *rtinoco@docentes.uat.edu.mx*

<sup>22</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. *gamisfe@docentes.uat.edu.mx*

<sup>23</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. *jbermea@docentes.uat.edu.mx*

<sup>24</sup> Instituto Tecnológico de Tamazunchale, Tecnológico Nacional de México. *norberto.au@tamazunchale.tecnm.mx*

de RSE se realiza internamente en las EDC o mediante asociaciones a través de acuerdos contractuales. Los desafíos enfrentados durante la implementación de la RSE son la falta de financiamiento, de tiempo, de priorización de la RSE y la de habilidades especializadas en RSE.

**Palabras clave:** responsabilidad, social, empresarial, Carroll, ISO.

## Fundamentos

El capital privado es una de las estrategias de inversión financiera más prolíficas emprendidas a escala mundial (Kend y Katselas, 2013). El crecimiento del capital privado comenzó en la década de 1980 y en la década de 2000 estaba en su punto máximo, hasta el período de 2008 cuando sufrió una recesión debido a la crisis financiera global (Kaplan y Strömberg, 2009). Las firmas de capital privado se configuran como vehículos de inversión que recaudan dinero, formando un fondo conocido como “Fondo de Capital Privado” (Fox, 2015; Shobe, 2017).

Los fondos de capital privado involucran a dos partes, a saber, un grupo de personas o empresas que proporcionan el dinero (inversores) y otro grupo que administra e implementa el fondo de capital privado, conocido como “gestores de fondos”. Los administradores de fondos invierten dinero en forma de capital comprando acciones en empresas agrupadas como EDC durante un período de tiempo determinado, principalmente de siete a diez años, conocido como el “período de inversión”. La adquisición de acciones en EDC permite a las empresas de capital privado cierto nivel de control en la dirección, gestión y toma de decisiones de las EDC (Hoskisson et al., 2013).

Según Klein et al. (2013), la estructura del capital privado es bastante compleja e incluye varios términos y siglas. Sin embargo, a pesar de la compleja terminología y las complejidades, el capital privado se diseña simplemente como una estrategia de inversión destinada a lograr el máximo retorno de la inversión para los inversores (Giampocaró y Viviers, 2014). El principal interés del capital privado en las EDC está dirigido a un mayor rendimiento financiero con el fin de lograr la maximización de las ganancias y la riqueza (Gompers et al., 2015).

En las décadas de 1980 y 1990, el interés y el escrutinio respecto al capital privado eran mínimos; esto se atribuyó a la percepción de que se trataba de una estructura compleja que requería un alto nivel de intelecto para su comprensión (Blake y Pathak, 2007). En la década de 2000, las inversiones de capital privado comenzaron a llamar la atención y la curiosidad como resultado de sus grandes montos. En 2014, se invirtieron en todo el mundo 3,8 billones de dólares (Walker, 2014). A pesar del creciente interés en el capital privado, la literatura disponible se centra, principalmente, en el rendimiento de la inversión acumulado durante

el período de ésta en las EDC, el modelo de negocio entre las empresas de capital privado y las EDC, y el procedimiento de salida de las empresas de capital privado de la cartera (Gompers et al., 2015; Kaplan y Schoar, 2005; Kaplan y Strömberg, 2009). Existe escasa literatura que aborde métricas no financieras que surgen de la relación entre firmas de capital privado y firmas de cartera tales como gobernanza y RSC (Crifo y Forget, 2012; Forget, 2012).

El estudio realizado se centra en las EDC, ya que las empresas de capital privado actúan como inversores cuya función principal es financiar en forma de capital a las EDC. Las firmas de capital privado son inversionistas que actúan como administradores de fondos que operan como un vehículo financiero. Las firmas de cartera, por otro lado, son entidades comerciales que participan y realizan operaciones comerciales diarias proporcionando bienes y servicios, lo que las hace más adecuadas para el estudio.

Ha habido un cambio en el entorno empresarial global no solo de perseguir la maximización de beneficios, sino también de adoptar e incluir métricas no financieras de sostenibilidad que incluyen preocupaciones sociales y ambientales (Borghesi et al., 2014). Las preocupaciones ambientales y sociales, así como las prácticas comerciales poco éticas, han cobrado importancia como resultado de la negligencia y el abuso ambiental, así como la inatención del desarrollo social (Junkus y Berry, 2015). Esto ha llevado a que la RSE se convierta en un tema de intenso diálogo e investigación. La RSE es definida por Carroll (1979) como la participación de la empresa en la contribución social, económica, ética y filantrópica a la sociedad. Esto ha dificultado que las empresas en el ojo público ignoren los problemas sociales y ambientales debido a la presión de los académicos, los gobiernos y la sociedad en general.

La principal razón de la existencia de empresas es lograr crecimiento y rendimientos rentables (Fox, 2015; Jamali, 2014). Para la mayoría de las compañías, participar en actividades o prácticas que no contribuyan a la maximización de las ganancias no es una prioridad (Jamali y Mirshak, 2007; Visser, 2008). Sin evidencia tangible proporcionada en la literatura que demuestre que la práctica de la RSE conduce a retornos financieros, hay poca motivación para que las empresas se involucren voluntariamente en la práctica de la RSE (Donaldson y Preston, 1995; Jamali y Sidani, 2011; Margolis y Walsh, 2003). Sin embargo, varios académicos han proporcionado investigaciones que indican una posible correlación positiva entre la RSE y los rendimientos financieros (Bhattacharya y Sen, 2004; Kang et al., 2015).

La mayoría de las compañías han adoptado la RSE debido a la reacción que han recibido al no hacerlo (Jamali, 2014). En lo que respecta a las empresas de capital privado, aún no han recibido mucha atención, ya que no operan en el ojo público (Klein et al., 2013). En cambio, operan como proyectos privados que

no están obligadas a compartir información públicamente (Hoskisson et al., 2013; Wright, 2013). Esto ha generado críticas de que las firmas de capital privado no son transparentes y evitan compartir información con el público (Shobe, 2017). Una crítica importante es que la principal razón de las sociedades de capital privado para invertir en EDC se centra en un único resultado final de rendimiento de la inversión (Kend y Katselas, 2013). Hay poca preocupación más allá del desempeño financiero en áreas como el medio ambiente y la sociedad (Hruby, 2017). Las compañías de capital privado no adoptan la RSE, ya que esto no está en consonancia con la búsqueda de beneficios (Forget, 2012).

**Tabla 1**

*Resumen de prácticas, selección e implementación de RSE en EDC*

Prácticas de RSE	Selección de prácticas de RSE	Implementación de prácticas de RSE
Actividades filantrópicas	Donde se satisfacen las necesidades y se añade valor agregado	A través de alianzas
Desarrollo socioeconómico	Impactante y marca la diferencia	Departamento comercial específico
Educación y capacitación en comunidades	Alineado con las actividades y operaciones de las firmas de cartera	Coordinación de departamentos
Provisión de programas de salud y bienestar	Alineación con Recursos Humanos	Departamento de Salud

Fuente: elaboración propia.

## Responsabilidades filantrópicas

La filantropía implica donaciones caritativas que se realizan de forma voluntaria (Carroll, 1991). La responsabilidad filantrópica implica que las empresas aporten a la sociedad por voluntad propia -la ley no exige que lo hagan-. Se dona a discreción de la organización (Carroll, 1991). A través de actividades filantrópicas, las compañías retribuyen a las comunidades en las que operan como un gesto de buena voluntad (Claydon, 2011). Al hacerlo, los proyectos contribuyen al desarrollo de la sociedad.

## Figura 1

*Modelo piramidal de Carroll, 1999*



Fuente: CSRquest.net

### Responsabilidades éticas

Las responsabilidades éticas se relacionan con la forma en que las compañías se conducen (Geva, 2008). Se espera que las empresas operen con un comportamiento ético, como hacer lo correcto por parte de sus accionistas, tener integridad y ser transparentes (Carroll, 1991). Además, parte del comportamiento ético significa que los capitales privados no causan intencionalmente ningún daño a la sociedad (Geva, 2008). Las responsabilidades éticas son las expectativas que la sociedad tiene de las empresas. Estas expectativas se relacionan con los valores, el comportamiento y los códigos que se exhiben en su conducta empresarial.

### Responsabilidades legales

Las responsabilidades legales son leyes y regulaciones formales formuladas por el gobierno que las empresas deben cumplir (Nalband y Kelabi, 2014). Determinan lo que se considera correcto o incorrecto en términos de prácticas comerciales. Las responsabilidades legales requieren que las compañías operen dentro de los límites de la ley y que no la infrinjan (Carroll, 2016).

### Responsabilidades económicas

La responsabilidad económica es el componente más importante y grande del modelo piramidal (Carroll, 1991). Las ganancias son necesarias para el crecimiento y la expansión de las empresas (Kanji y Argrawal, 2017). Para que las sociedades prosperen y sigan siendo sostenibles, la rentabilidad es imperativa, ya que determina

su supervivencia. Para obtener ganancias, las empresas satisfacen las necesidades de la sociedad agregando valor a través de bienes y servicios. Esto también proporciona una plataforma para que las corporaciones se vuelvan competitivas y, a través de la obtención de ventajas competitivas, se obtengan beneficios (Carroll, 2016).

### Fortalezas y debilidades del modelo piramidal

Los puntos fuertes del modelo piramidal son, que pone énfasis en las responsabilidades económicas que son necesarias para que las empresas sobrevivan obteniendo beneficios. Otro punto fuerte es que el modelo es sencillo y fácil de entender. Las debilidades del modelo piramidal, según Geva (2008), son tales que el resultado de la ilustración lineal del modelo dificulta la percepción de la conexión entre las etapas. El modelo puede malinterpretarse como si tuviera etapas separadas en las que una empresa puede elegir centrarse (Kanji y Agrawal, 2017).

### Objetivos de la investigación

1. Determinar si las EDC realizan actividades de RSE, con el fin de permitir la exploración de las actividades de RSE realizadas por las EDC.
2. Identificar tipos de actividades de RSE que realizan las EDC.
3. Analizar las actividades de RSE con los criterios de Carroll versus Norma ISO 26000: Guía sobre Responsabilidad Social.

### Metodología

Esta investigación es de tipo cuantitativo y descriptiva según Hernández (2002) y Schmelkes (2002), y servirá para ampliar estudios posteriores. Se diseñó una encuesta basada en un instrumento de recolección de datos aplicado a EDC, se aplicó y se analizaron las respuestas para llegar a conclusiones. La investigación cualitativa usó preguntas abiertas para sondear y recopilar grandes cantidades de datos que no involucraban datos numéricos y diseñar a partir de ahí el instrumento de recolección (Creswell, 2014).

La población de investigación se define como el número total de personas que se agrupan en un conjunto de características que son iguales (Hollaway y Wheeler, 2002). La población sujeto de estudio está formada por altos directivos de las EDC de la Zona Huasteca. El tamaño de la muestra consistió en doce directivos de las EDC. Este número se decidió en función del mérito en términos de relevancia y capacidad para acceder a datos cualitativos significativos. La técnica utilizada fue el muestreo intencional no probabilístico (Hernández et al., 2014).

Los métodos más comunes para recopilar datos para la investigación incluyen entrevistas, observaciones y cuestionarios. Para este estudio, los datos se recopilaron

mediante entrevistas telefónicas estructuradas. Se realizó un análisis de contenido cuantitativo y cualitativo ya que es el más adecuado y el más utilizado para la investigación (Elo et al., 2014).

## Resultados

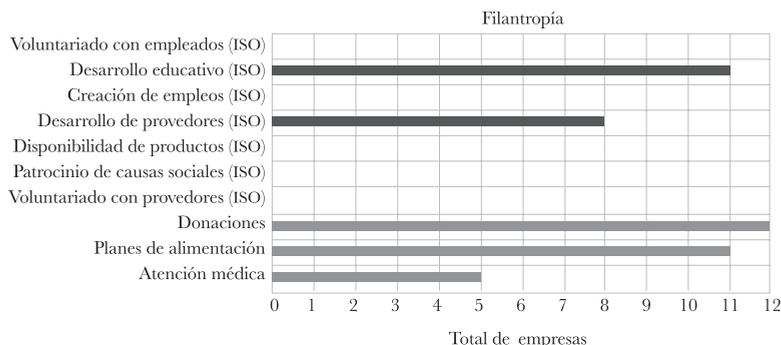
Los participantes ocupan diversos cargos en las EDC. Hay dos directores ejecutivos, un jefe de procesamiento, un director superior de recursos humanos, un director ejecutivo superior de recursos humanos, un director de finanzas, un director de iniciativas sociales corporativas, un director ambiental y social superior, un director financiero, un jefe de medio ambiente y social, un oficial regional de recursos humanos y un gerente de sostenibilidad.

Las actividades filantrópicas se llevan a cabo mediante la provisión de donaciones por parte de firmas de cartera. Con respecto a las actividades filantrópicas, todos los participantes informaron que realizan estas actividades en sus EDC. La filantropía es un acto de bondad en forma de donaciones a las comunidades locales para apoyar a las personas desfavorecidas.

Todos los encuestados informaron que las donaciones se realizan principalmente a través del patrocinio de eventos deportivos en las escuelas ubicadas en las comunidades locales. Los comentarios de los participantes sobre porqué el deporte es la forma más común de donación filantrópica, es que presenta un estilo de vida saludable para los niños de la comunidad. Además, brinda exposición a actividades extracurriculares que son pertinentes para el desarrollo mental y físico de los niños. Otras actividades filantrópicas que indicó la mayoría de los participantes (9 de 12) son la provisión de planes de alimentación a orfanatos y hogares de ancianos, donaciones en efectivo y recaudación de fondos para apoyar proyectos comunitarios. Los participantes indicaron que la filantropía no solo incluye aspectos tangibles de las donaciones. Dar su tiempo a las comunidades es una forma intangible de donación de los empleados. La siguiente gráfica resume las acciones de vinculación con la comunidad, lo que Carroll considera filantropía y se aprecia en las tres últimas columnas lo que las empresas realizan para vincularse y en las primeras dos columnas las coincidencias con la norma ISO 26000.

## Gráfica 1

### Cumplimiento de acciones filantrópicas



Fuente: elaboración propia, 2022.

Se puede apreciar, solo en filantropía, que hay más diferencias que coincidencias; por ello, es parte del propósito de esta investigación ampliar la información. La mayoría de las EDC, 11 de 12, están involucradas en actividades socioeconómicas mediante el desarrollo de habilidades empresariales y programas sociales en las comunidades de grupos de personas previamente desfavorecidos. Ocho de los 12 participantes indicaron que el apoyo y el desarrollo de actividades socioeconómicas como los programas de desarrollo de proveedores en la comunidad ha conducido a la creación de empleo; por lo tanto, se reduce el alto nivel de desempleo.

Ocho participantes señalaron que involucran a las comunidades en áreas que están alineadas con sus operaciones, ya sea como parte de su cadena de valor o en áreas que complementan su negocio. La razón es que las EDC no pueden emplear a todos en la comunidad. Sin embargo, pueden proporcionar una vía para que las personas de la comunidad, como las mujeres, obtengan ingresos mediante actividades socioeconómicas y empresariales que generen ingresos.

Once de los doce participantes (92%) informaron que las EDC están involucradas en la educación de niños en comunidades pobres. Nueve de los doce encuestados (75%) informaron que las empresas de su cartera apoyan el desarrollo de la primera infancia. Esto se logra educando a los niños en las guarderías y escuelas primarias de las comunidades rurales y pobres mediante el pago de tasas escolares y becas. Los nueve participantes citaron que quieren influir en la academia de los niños a una edad temprana para crear actitudes positivas hacia la escuela y fomentar su desarrollo a una edad temprana.

Dos de los once encuestados (18%) indicaron que sus firmas de cartera están involucradas en programas de capacitación de niños en escuelas secundarias.

Una firma de cartera indica que está involucrada en la capacitación de niños de secundaria en agricultura con el fin de producir alimentos y de desarrollar habilidades empresariales al exponer y enseñar a los niños el espíritu empresarial a través de la venta de los productos que cultivan. La otra firma declaró que está involucrada en la capacitación de niños de secundaria en tecnología de la información. La firma de cartera ha desarrollado centros de aprendizaje para niños en escuelas secundarias donde se les enseña informática básica.

En relación con los aspectos educativos, dos de los once participantes (18%) afirmaron que las empresas de su cartera fomentan el desarrollo de habilidades en sus empleados mediante programas de capacitación. De los once encuestados, tres (27%) indicaron que las empresas de su cartera están involucradas en la educación básica de adultos para sus empleados que anteriormente estaban en desventaja y carecían de la oportunidad de educación formal. Un número de participantes (cinco de doce, 42%) indicaron que sus EDC han invertido en programas de bienestar e instalaciones de atención médica para sus empleados y sus familias.

En relación con la filantropía, la norma ISO 26000 contempla acciones de voluntariado y promueve que la empresa con sus colaboradores realice, dentro de su horario de trabajo, acciones voluntarias a favor de la comunidad o de alguna organización social y lo divulgue (por medio de carteles, boletines internos, periódico local, etcétera), e invite a sus grupos de relación a integrarse a dichas actividades.

A estas acciones se les llama *vinculación con la comunidad* e implican además apoyar a la educación, en el entendido de que, para las micro y pequeñas empresas, la prosperidad y la situación de la comunidad local pueden reflejarse directamente en el éxito del negocio, por ejemplo: comprar productos de emprendedores de la comunidad, contratar empleados que residan en las proximidades, utilizar servicios de organizaciones no gubernamentales próximas a la empresa, y promoción de proveedores locales dentro de la comunidad donde opera la empresa, entre otras más acciones.

Once de los doce participantes (92%) informaron que las firmas de capital privado no juegan un papel en la decisión de las actividades de RSE que emprenden las firmas de la cartera. Estos participantes informaron que son los únicos que toman las decisiones en cuanto a las actividades en las que participan.

Ocho de los doce encuestados (66%) afirmaron que es imperativo identificar dónde hay una necesidad en la comunidad y dónde se puede agregar valor. Con este fin, se señaló que las actividades de RSE deben ser por una causa digna que satisfaga las necesidades de los miembros de la comunidad para marcar una diferencia en sus vidas.

Seis participantes de los doce (50%) informaron que las actividades de RSE se seleccionan de acuerdo con las operaciones y actividades comerciales de sus

empresas. Estas actividades de RSE están alineadas con el enfoque de negocio de las firmas o en áreas complementarias al negocio de las firmas.

Las actividades de RSE presentadas por las empresas son:

1. Actividades filantrópicas proporcionadas a través de donaciones, como patrocinios deportivos a las comunidades.
2. Actividades socioeconómicas como programas de desarrollo de proveedores.
3. Educación de los niños y desarrollo de habilidades de los empleados.
4. Provisión de instalaciones de atención médica y programas de bienestar para los empleados y sus familias, como clínicas en el lugar y orientación y asesoramiento.

Diez de los doce encuestados (83 %) mencionaron que ven la RSE como un método importante para retribuir a las comunidades en las que operan. Afirmaron que, al devolver a las comunidades, se mejorará y elevará el sustento de las personas en las mismas. Además, esto hará una contribución positiva a los miembros de las comunidades al brindarles la oportunidad de mejorar sus vidas.

De los doce participantes, nueve (75 %) manifestaron que las actividades de RSE han tenido como resultado el desarrollo de las comunidades. Al participar en actividades de RSE, el medio ambiente se ha elevado.

Ocho de los doce entrevistados (67 %) informaron que, al participar en actividades de RSE, las EDC han contribuido a la sostenibilidad. Su opinión es que las empresas no solo deben mirar el presente, sino también el futuro de sus operaciones comerciales, que dependen de la sostenibilidad de las comunidades.

Cinco de los doce (42 %) encuestados afirmaron que las actividades de RSE se han llevado a cabo mediante la coordinación de varios departamentos y como un esfuerzo en equipo. De los cinco participantes, tres afirmaron que las actividades de RSE se han realizado como parte de una función de recursos humanos.

Cinco de los doce entrevistados (41.6 %) indicaron que las firmas de su cartera tienen comités de dirección formales que son responsables de la implementación de las actividades de RSE.

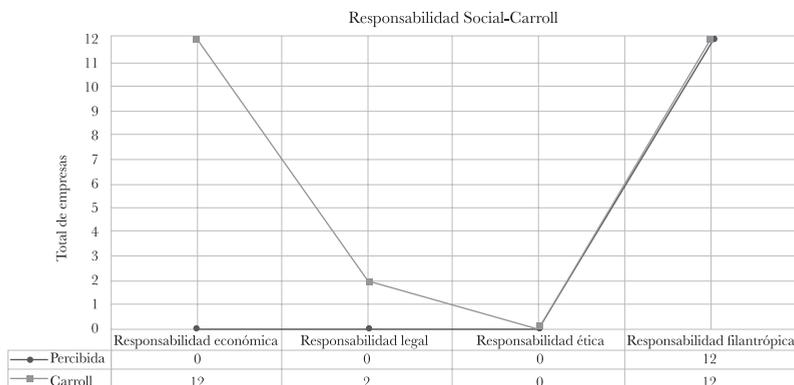
Tres de los doce participantes (25 %) respondieron que implementan actividades de RSE mediante la participación de socios externos, como empresas no gubernamentales y el gobierno. Los participantes señalaron que la razón para involucrar a los socios es que necesitan experiencia en actividades de RSE que no tienen. Además, afirmaron que prefieren involucrar a proveedores externos que puedan centrarse plenamente en las actividades de RSE, ya que no tienen suficiente tiempo durante las horas de trabajo.

Once encuestados mencionaron que los recursos financieros para las actividades de RSE son una limitación. Señalaron que esto va unido a una falta de

asignación presupuestaria para las actividades de RSE. Los participantes agregaron que la necesidad de actividades de RSE en las comunidades supera la disponibilidad de fondos. Esto se ve agravado por el hecho de que las EDC no consideran las actividades de RSE en el proceso de presupuestación y, como resultado, los fondos para RSE se han convertido en una necesidad secundaria. Citaron que se espera que se asigne tiempo para planificar e implementar las actividades de RSE durante las horas de trabajo. Esto generó un conflicto de intereses, ya que aún deben realizar sus tareas laborales. Como resultado, las actividades de RSE pasan a un segundo plano, ya que su enfoque principal está en los resultados esperados por sus empleadores.

## Gráfica 2

*Rubros de responsabilidad social, Percibida vs Carroll*



Fuente: elaboración propia, 2022.

Un hallazgo es que la responsabilidad económica no es considerada parte de la responsabilidad social (RS). La anterior gráfica muestra que la RS percibida se concentra en la filantropía y que no expresan resultados en la responsabilidad económica, legal y ética. El análisis desde la opinión de Carroll permite ver que la responsabilidad económica -base en la pirámide del resto de las responsabilidades- es atendida por todas. Parcialmente, también la legal, mediante la capacitación del personal.

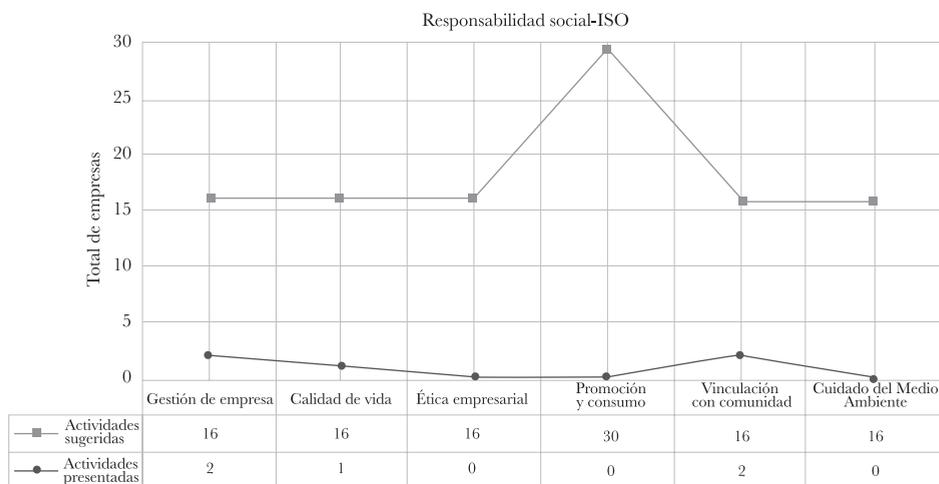
Diez participantes señalaron que la RSE no tiene prioridad en comparación con otras actividades comerciales en la EDC. Afirmaron que la falta de prioridad se ve agravada por otros factores, como la insuficiencia de recursos financieros y presupuesto asignado a la RSE, así como la falta de asignación de tiempo. Cinco entrevistados señalaron que las EDC carecen de las habilidades necesarias para la RSE. Tres participantes mencionaron el uso de socios para implementar actividades de RSE debido a la falta de habilidades especializadas en RSE.

Diez encuestados enfatizaron que es imperativo que las firmas de cartera involucren socios como firmas no gubernamentales en el entorno externo. Las razones aducidas son que, en primer lugar, las EDC carecen de tiempo para dar a las actividades de RSE el enfoque y la atención que requieren. En segundo lugar, al comprometerse con los socios, habrá una mayor cantidad de recursos, como dinero y experiencia, que permitirán el logro de actividades de RSE que sean sostenibles.

Cuatro de los diez participantes (40 %) citaron al gobierno como su socio más importante. La razón que se aduce es que el sector privado por sí solo no está en condiciones de resolver los problemas sociales y ambientales.

### Gráfica 3

*Rubros de responsabilidad social, Presentada vs ISO*



Fuente: elaboración propia, 2022.

Diez de los doce participantes (83 %) señalaron que un fondo y un presupuesto de RSE son necesarios para superar los desafíos de la RSE. Citaron que, debido a la falta de presupuesto, las actividades de RSE no están suficientemente financiadas.

Las actividades de RS sugeridas por la guía ISO 26000 están en los temas de gestión de la empresa, calidad de vida, ética empresarial, promoción y consumo responsable, vinculación con la comunidad y cuidado del medio ambiente.

Como se puede apreciar en la gráfica anterior, las actividades sugeridas son más en cantidad que las actividades de RS presentadas por las empresas. Y solo tres coincidencias: en calidad de vida coincide en un rubro en el tema de la capacitación; la norma ISO menciona que la empresa debe reconocer la

importancia de fomentar la educación y preparación de sus colaboradores para la sustentabilidad de su negocio, por lo que promueve que sus empleados cubran un mayor número de horas de capacitación de lo que exige la ley, además de establecer procedimientos que hagan de la calificación, la habilidad y la experiencia, las bases para el reclutamiento, colocación, capacitación y superación del personal.

En vinculación con la comunidad se cumple en dos rubros: el voluntariado y el desarrollo de proveeduría local. Una de doce empresas (8%) promueve acciones de voluntariado entre sus empleados, proveedores, acreedores, clientes e instituciones con las que se relaciona; además la compañía involucra a sus colaboradores, dueños o accionistas y/o proveedores en sus programas de inversión y desarrollo social; y en cuanto a la proveeduría, posee estrategias para el desarrollo de sus proveedores, en particular, de los locales e incluye dentro de sus proveedores a organizaciones de la sociedad civil o grupos comunitarios usualmente excluidos.

Y en la gestión empresarial en otros dos rubros, la identificación y monitoreo de los temas sociales, éticos y ambientales relevantes para sus operaciones y reputación, a través de los cuales determina objetivos específicos, y el de contar en la empresa con un responsable con autoridad para analizar y coordinar los esfuerzos de RS en la organización.

## Conclusiones

Las conclusiones del estudio se basan en los siguientes objetivos de investigación: determinar si las EDC de la Huasteca realizan actividades de RSE, identificar qué tipos de actividades de RSE llevan a cabo las EDC, analizar las actividades de RSE con los criterios de Carroll versus Norma ISO 26000: Guía sobre Responsabilidad Social.

De acuerdo con los hallazgos anteriores en relación con el objetivo uno, el estudio concluye que las EDC realizan actividades de RSE, que se clasifican en actividades filantrópicas, actividades socioeconómicas, educación y capacitación de niños en comunidades pobres y provisión de instalaciones de bienestar y atención médica para los empleados y sus familias.

Los hallazgos revelaron que las actividades filantrópicas eran las formas más populares de actividades de RSE y que las doce EDC participaban en ellas. Las donaciones filantrópicas consistieron principalmente en el patrocinio de eventos deportivos en escuelas, donaciones en efectivo y planes de alimentación para ancianos y en orfanatos de niños. Las actividades socioeconómicas formaron el segundo tipo de actividades de RSE realizadas principalmente por EDC. Las empresas contribuyeron al desarrollo de comunidades en áreas como el desarrollo de habilidades empresariales y el empoderamiento de las mujeres como empresarias.

Las EDC apoyaron a las comunidades que buscaban empoderar a grupos de personas desfavorecidas sacándolos de la pobreza permitiéndoles obtener ingresos.

El tercer tipo de actividades de RSE fue la educación y formación de niños en comunidades pobres. Las EDC participaron en programas de desarrollo de la primera infancia apoyando a los niños en las guarderías y escuelas primarias mediante el pago de las tasas de matrícula. Además, se capacitó a los niños de la escuela secundaria en habilidades empresariales y en tecnología de la información. Por último, las EDC están dedicadas a la prestación de programas de salud y bienestar para los empleados y sus familias. Esto fue más común en las EDC ubicadas en áreas marginadas donde el acceso a las instalaciones médicas era difícil. Las EDC tenían una clínica en el lugar con una enfermera, así como programas de bienestar que se brindaban gratuitamente a sus empleados.

Los hallazgos también revelaron que las firmas de capital privado no participaron en el proceso de toma de decisiones sobre las actividades de RSE que debían realizar las firmas de la cartera.

La toma de decisiones se dejó a la discreción de las EDC. Simplemente informaron a las firmas de capital privado sobre sus actividades de RSE con fines informativos y no como un requisito obligatorio.

Las firmas de la cartera seleccionaron actividades de RSE en función de las necesidades de la comunidad y aquellas que aportan valor. También seleccionaron aquellos que creían que tendrían un impacto y una diferencia en la comunidad. Los participantes señalaron que marcar la diferencia implicaba contribuir al bienestar de las personas en las comunidades a las que servían.

Otro criterio que había surgido era que las actividades de RSE seleccionadas debían estar en consonancia con las operaciones y actividades comerciales de las EDC. Esto se debió a que fue más fácil adaptar sus habilidades y experiencia y transferirlas a las comunidades.

Los hallazgos también revelaron que los participantes creían que la importancia de emprender actividades de RSE era retribuir a las comunidades para mejorar sus vidas y retribuir a las comunidades.

Las EDC implementaron sus prácticas de RSE principalmente internamente. Esto se hizo a través de la coordinación de departamentos, el trabajo en equipo y los comités de dirección. Los hallazgos revelaron que se trataba principalmente de un proceso informal y *ad hoc*.

La implementación también se llevó a cabo a través de asociaciones como la no gubernamental. Se descubrió que algunas de las EDC preferían subcontratar la RSE a empresas que tenían conocimientos y experiencia en RSE que ellos no tenían. Esto les permitió concentrarse en su negocio principal.

Los hallazgos revelaron que las EDC no dedicaron tiempo a la RSE y hubo una falta de financiación y presupuesto asignado a la RSE. La RSE tampoco se consideró una prioridad estratégica. Las firmas de la cartera no contaban con expertos en RSE para implementar las actividades. La RSE recaía principalmente en la función de recursos humanos en las EDC y estos departamentos o personas actuaban como custodios de la RSE.

Para superar los desafíos, los hallazgos revelaron algunas sugerencias de los participantes. Estos incluyeron la asignación de fondos y un presupuesto a la RSE, haciendo de la RSE una prioridad y la colaboración con los socios. Se señaló que la asociación con el gobierno se consideraba importante, ya que el gobierno tenía los recursos necesarios para aliviar los desafíos sociales y ambientales.

De 6 temas de responsabilidad social que agrupan 110 criterios promovidos por ISO, las EDC cumplen con 3 temas y solo 5 criterios, además, de 4 temas de responsabilidad social mencionados por Carroll, las EDC cumplen con 1 tema en 26 actividades desarrolladas.

Con base en los tres objetivos del estudio, las recomendaciones son las siguientes:

### Recomendaciones para las EDC

- Las prácticas de RSE deben convertirse en parte del objetivo estratégico de las firmas de la cartera para que pueda ser tratada como una prioridad y no como una ocurrencia tardía o secundaria. La RSE, de acuerdo con la literatura revisada, se está convirtiendo en un tema cada vez más prominente que es difícil de ignorar como resultado de los desafíos sociales y ambientales que enfrenta la comunidad.
- Las EDC que realizan actividades de RSE, deben pasar de realizar una actividad informal y ad hoc a un insumo estratégico. La RSE debe tener una estrategia y un plan de implementación, y debe llevarse a cabo en todos los niveles de la organización, siendo los más influyentes la alta dirección como impulsores.
- La RSE debe tener asignada una función específica y tener un recurso o departamento dedicado a cargo de la RSE. Al contar con todo lo anterior, se superarán los desafíos enfrentados como falta de presupuesto, financiamiento, falta de asignación de tiempo para la RSE.

### Recomendaciones para empresas de capital privado

Una recomendación para las empresas de capital privado es que, como accionistas, deben desempeñar un papel activo en la toma de decisiones de las actividades de RSE. Esta no debe llevarse a cabo con fines meramente informativos, sino como un elemento estratégico programado en las reuniones de la junta.

Esto contribuirá aún más a que la RSE se convierta en una prioridad formal. Como se propone en la literatura estudiada, las firmas de capital privado deben adoptar marcos ambientales, sociales y de gobernanza (ESG) y estos pueden incorporarse en los informes de RSE.

Esto también alentará a las prioridades de capital privado a pasar de un resultado único a un resultado triple. La RSE debe ser un tema de la agenda en las reuniones de la junta y no debe considerarse como un tema adicional o *ad hoc*.

### Recomendaciones para el gobierno

El gobierno debe asociarse tanto con firmas de capital privado como con EDC para tener un mayor impacto en los desafíos sociales y ambientales en las comunidades. Además de las contribuciones financieras, el gobierno debe proporcionar información sobre las soluciones necesarias para un mejor impacto y desarrollo de las comunidades. La colaboración entre las tres partes proporcionaría soluciones valiosas y sostenibles para los desafíos sociales y ambientales.

### Recomendaciones para estudios adicionales

El objetivo de este estudio era doble, a saber, determinar si las empresas de capital privado llevaban a cabo actividades de RSE y cómo se implementaban. Los hallazgos revelaron que las firmas de la cartera llevaron a cabo actividades de RSE y la implementación se realizó internamente a través de equipos, departamentos o un comité directivo o externamente a través de la colaboración con socios. La literatura revisada para este estudio reveló que hay poca información disponible tanto sobre las EDC como sobre las firmas de capital privado con respecto a la RSE.

### Conclusiones del estudio

Alcanzado los objetivos, se ha encontrado que las EDC se comprometen con más facilidad a las actividades de RSE. Las EDC ejecutan estas actividades, ya sea internamente en las empresas o externamente mediante la colaboración con los socios. Hay desafíos observados en el proceso de implementación, como la falta de fondos, el tiempo y no hacer de RSE una prioridad. Las investigaciones realizadas en empresas de capital privado y EDC se centran, principalmente, en las perspectivas financieras y los modelos de negocio. La RSE es un tema global que sigue cobrando importancia, por tanto, las empresas deben incluir la RSE como parte de sus iniciativas estratégicas y trabajar hacia prácticas sostenibles de RS.

## Referencias

- Blake, J., y Pathak, A. (2007). Private equity fund structuring. *Student Bar Review*, 1-11.
- Borghesi, R., Houston, J., y Naranjo, A. (2014). Corporate socially responsible investments: CEO altruism, reputation, and shareholder interests. *Journal of Corporate Finance*, 26, 164-181.
- Crifo, P., y Forget, V. (2012). The economics of corporate social responsibility: a survey.
- Donaldson, T., y Preston, L. (1995). The stakeholder theory of the corporation: Concepts, evidence, and implications. *Academy of management Review*, 20(1), 65-91.
- Giamporcaro, S., y Viviers, S. (2014). *SRI in South Africa: A melting-pot of local and global influences. In Socially Responsible Investment in the 21st Century: Does it Make a Difference for Society?* Emerald Group Publishing Limited.
- Gompers, P., Kaplan, S., y Mukharlyamov, V. (2015). *What do private equity firms say they do?* (No. w21133). National Bureau of Economic Research.
- Hernández, S. (2002). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hoskisson, R., Shi, W., Yi, X., y Jin, J. (2013). The evolution and strategic positioning of private equity firms. *Academy of Management Perspectives*, 27(1), 22-38.
- Jamali, D., y Mirshak, R. (2007). Corporate social responsibility (CSR): Theory and practice in a developing country context. *Journal of business ethics*, 72(3), 243-262.
- Junkus, J., y Berry, T. (2015). Socially responsible investing: a review of the critical issues. *Managerial Finance*.
- Kaplan, S., y Stromberg, P. (2009). Leveraged buyouts and private equity. *Journal of economic perspectives*, 23(1), 121-46.
- Kend, M., y Katselas, D. (2013). Private equity coming out of the dark: The motivations behind private equity activity in Australia. *Qualitative research in accounting & management*.
- Schmelkes, C. (2002). *Manual para elaborar proyectos de investigación*. México: Oxford.



## Capítulo 8

### Propuesta de un sistema de gestión en la seguridad y salud en el trabajo en una empresa de fabricación de muebles

*Luis Jonás González del Ángel<sup>25</sup>*

*Dionicio Morales Ramírez<sup>26</sup>*

*Hyasseliny Alejandra Hurtado Mora<sup>27</sup>*

#### Resumen

La ISO 45001 es una norma internacional enfocada en los sistemas de gestión de seguridad y salud para generar un entorno de trabajo seguro y sano. En esta investigación se analizó la empresa D'GALLERY, que se dedica a la fabricación de muebles, para determinar en qué grado cumple con los requisitos establecidos en la norma ISO 45001. El enfoque de la investigación es de tipo cualitativo con alcance descriptivo y se utilizó la encuesta como técnica para recolectar datos. Los resultados mostraron que la empresa no cumple con la mayoría de los requisitos estipulados, por lo cual se propone un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la norma ISO 45001 que consta de una serie de acciones que permita la disminución de accidentes ocupacionales de la empresa.

**Palabras claves:** riesgo de trabajo, sistema de gestión, seguridad, ISO 45001.

#### Introducción

La sexta edición de la Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social (ENESS), estima que 1.7 millones de personas sufrieron algún riesgo de trabajo en el 2017, tales como un accidente y/o enfermedad en ejercicio o con motivo de su trabajo (INEGI, 2018). Este es un número de riesgos elevados que se pueden disminuir si se aplican las normas adecuadas.

Según Moya (2016), una de las razones por la cual las empresas llegan a tener pérdidas económicas son los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que provocan gastos, como indemnizaciones, pagos de hospitalizaciones, multas de

---

<sup>25</sup> Profesor Tiempo Completo Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller. Universidad Autónoma de Tamaulipas. [ljonas@docentes.uat.edu.mx](mailto:ljonas@docentes.uat.edu.mx)

<sup>26</sup> Profesor Tiempo Completo Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller. Universidad Autónoma de Tamaulipas. [dmorales@docentes.uat.edu.mx](mailto:dmorales@docentes.uat.edu.mx)

<sup>27</sup> Alumna de Doctorado. División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller. Universidad Autónoma de Tamaulipas. [hhurtado@docentes.uat.edu.mx](mailto:hhurtado@docentes.uat.edu.mx)

incumplimiento legal, además como el desprestigio y la imagen de la empresa, entre otras consecuencias.

De acuerdo con Veliz (2018), la implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el trabajo, bajo la norma ISO 45001, reduce los peligros/riesgos de las actividades laborales, mejorando así la capacitación de los trabajadores motivándolos así a asegurar su participación para lograr la mejora continua por la norma.

Con base en Balbín (2019) se aplicó un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la norma ISO 45001-2018 para reducir el riesgo laboral, con esa norma la empresa generó una cultura basada en la prevención de riesgos, centrada en riesgo mecánico, físico y químico, lo cual redujo significativamente los riesgos.

## Planteamiento

Actualmente la empresa D'GALLERY no se encuentra administrando un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el trabajo (SG-SST), por lo que las tareas de la empresa implican ciertos riesgos de accidentes, sobre todo cuando operan las máquinas o utilizan herramientas manuales, exponiéndolos al riesgo de sufrir algún percance, debido a los elementos cortantes que éstas tienen.

Se analiza el estado actual de seguridad de la empresa mediante un formulario y consecuentemente se propone un diseño de Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, basado en la Norma ISO 45001:2018, con la finalidad de reducir la cantidad de riesgos dentro de la empresa.

## Objetivo(s)

### Objetivo general

- Proponer un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo basado en la norma ISO 45001 que sea aplicable en la empresa D'GALLERY.

### Objetivos específicos

- Analizar los requisitos que integran la Norma ISO 45001.
- Aplicar un formulario que indique si la empresa D'GALLERY cumple o no con los requerimientos establecidos en la norma ISO 45001.
- Desarrollar una propuesta de un sistema de seguridad que permita la disminución de los accidentes ocupacionales en la empresa D'GALLERY.

## Justificación

En este trabajo de investigación se busca diseñar un sistema de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, el cual estará basado en la norma ISO 45001, aplicable a la empresa D'GALLERY, con la finalidad de reducir los riesgos laborales. Es importante aplicar el modelo de Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo ya que además de prevenir riesgos, ayuda a la empresa a evitar gastos como incapacidades, indemnizaciones, entre otros. De acuerdo con ISO *Tools* (2018), otra razón para implementar esta norma ISO 45001 es el aumento de la productividad de los trabajadores, puesto que el trabajador se siente más seguro y feliz en su ambiente laboral.

## Delimitación

El siguiente modelo tiene como limitación la empresa D'GALLERY, siendo una pyme con 20 trabajadores. La implementación de la norma ISO 45001, se acopla al tamaño de la empresa y número de trabajadores, por lo que los resultados y conclusiones serán aplicables a empresas similares y de la misma magnitud.

## Técnicas de recolección de datos

Se utilizó la encuesta como técnica para recolectar los datos debido a que el instrumento es un formulario con preguntas de opción múltiple donde se deberá responder si la empresa “sí cumple”, “cumple parcial” o “no cumple” los requisitos que se establecen en la Norma ISO 45001:2018. El formulario fue aplicado al gerente general de la empresa, debido a que es el que mejor conoce cómo opera la misma y sus procesos.

## Material y métodos

El enfoque de la investigación es de tipo cualitativo debido a que se orienta al caso en específico de la empresa D'GALLERY. Además, se busca analizar la situación de la empresa para proponer un sistema de gestión y no medirla.

La investigación se lleva a cabo a nivel descriptivo, debido a que se trabajan los hechos de la empresa D'GALLERY mediante el instrumento recolector de información, sintetizar los resultados y profundizar en el tema que requiere interés.

El método de investigación que se implementó en este estudio es el siguiente:

- Etapa 1. Presentación del objetivo de trabajo a la empresa D'GALLERY.
- Etapa 2. Análisis de los procesos de la empresa conforme a la ISO 45001.
- Etapa 3. Aplicación del instrumento 45001- Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

Etapa 4. Análisis de los resultados obtenidos en la etapa anterior para identificar los puntos débiles de la empresa.

Etapa 5. Elaboración y propuesta de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la norma ISO 45001.

## Diseño de instrumentos de recolección de datos

En el presente trabajo, se aplicó el instrumento que lleva por nombre “Checklist - Norma ISO 45001:2018” elaborado por las autoras Daysy y Katherine (2019), el cual tiene como objetivo determinar el grado de cumplimiento de la empresa con la Norma ISO 45001:2018. Consta de 143 preguntas basadas en los requisitos de la Norma. Dichas preguntas se agrupan en 7 cláusulas, que van desde la cláusula 4 “Contexto de la Organización” hasta la cláusula 10 “Mejora” de la Norma antes mencionada.

## Resultados

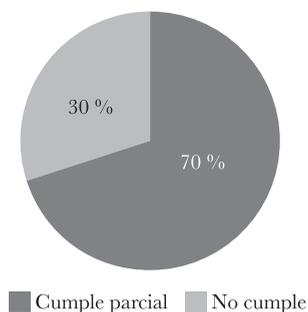
A continuación, se muestran los resultados obtenidos a través del instrumento recolector de información. Dichos resultados muestran el porcentaje de cumplimiento de cada cláusula desde la 4 hasta la número 10 de la norma ISO 45001:2018.

### Cláusula 4. Contexto de la organización

La cláusula cuestiona si la empresa toma en cuenta el contexto interno y externo para el cumplimiento de la seguridad y salud en el trabajo. Además, de si la empresa cuenta con un sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo y el alcance que este tiene (Gráfica 1).

#### Gráfica 1

*Resultados Cláusula 4*



Fuente: elaboración propia.

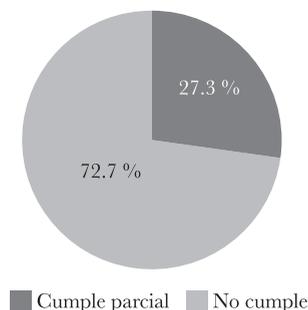
De acuerdo con las observaciones realizadas, la empresa D'GALLERY “sí cumple” en 0 requisitos (0%), “cumple parcial” en 7 requisitos (70%) y “no cumple” en 3 requisitos (30%).

### Cláusula 5. Liderazgo y participación de los trabajadores

Esta cláusula se enfoca a lo relacionado con la alta dirección, se pregunta acerca del compromiso de esta con el sistema de gestión, las políticas establecidas, asignación de roles y responsabilidades y la importancia que se le da a la participación de los trabajadores (Gráfica 2).

#### Gráfica 2

Resultados Cláusula 5



Fuente: elaboración propia.

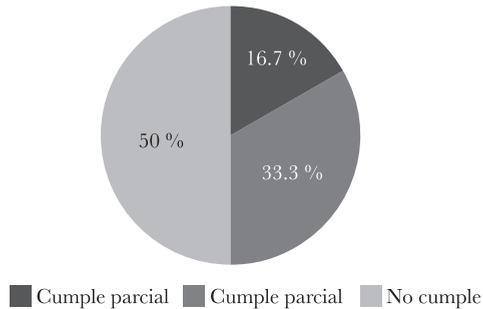
De acuerdo con las observaciones realizadas se llegó a la conclusión de que la empresa D'GALLERY “sí cumple” en 0 requisitos (0%), “cumple parcial” en 9 requisitos (27.27%) y “no cumple” en 24 requisitos (72.73%).

### Cláusula 6. Planificación

En esta cláusula se pregunta si la empresa toma en cuenta las partes interesadas, así como el alcance de tener un sistema de gestión determinando los riesgos y oportunidades. Además, se pregunta si la empresa cuenta con organización de trabajo, factores sociales, liderazgo y cultura organizacional (Gráfica 3).

### Gráfica 3

#### Resultados Cláusula 6



Fuente: elaboración propia.

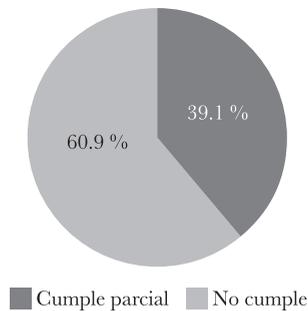
De acuerdo con las observaciones realizadas, la empresa D’GALLERY “sí cumple” en 4 requisitos (16.67%), “cumple parcial” en 8 requisitos (33.33%) y “no cumple” en 12 requisitos (50%).

### Cláusula 7. Apoyo

Esta cláusula se enfoca en que si la empresa destinó recursos para el mantenimiento y mejora de la seguridad y salud en el trabajo (SST), así como para asegurar que sus trabajadores sean competentes. Además, se pregunta si la empresa establece procesos de comunicación de manera interna y externa (Gráfica 4).

### Gráfica 4

#### Resultados Cláusula 7



Fuente: elaboración propia.

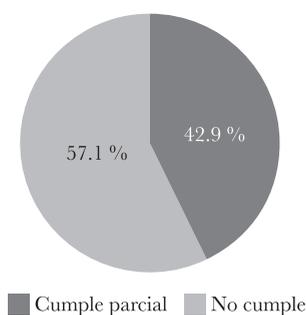
De acuerdo con las observaciones realizadas, la empresa D’GALLERY “sí cumple” en 0 requisitos (0%), “cumple parcial” en 9 requisitos (39.13%) y “no cumple” en 14 requisitos (60.87%).

## Cláusula 8. Operación

En esta cláusula se pregunta si la empresa cuenta con un proceso de seguridad y salud ocupacional para la eliminación de peligros y reducción de riesgos para la SST. Además, se pregunta si la empresa coordina sus procesos de compras con sus contratistas para cumplir con los requisitos de un sistema de gestión de SST (Gráfica 5).

### Gráfica 5

Resultados Cláusula 8



Fuente: elaboración propia.

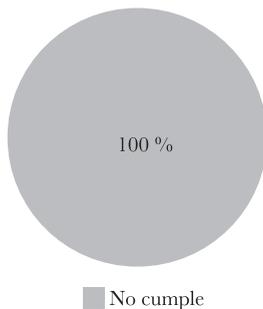
De acuerdo con las observaciones realizadas, la empresa D'GALLERY “sí cumple” en 0 requisitos (0%), “cumple parcial” en 6 requisitos (42.86%) y “no cumple” en 8 requisitos (57.14%).

## Cláusula 9. Evaluación del desempeño

Esta cláusula se enfoca en el seguimiento, medición, análisis y evaluación del desempeño de la empresa, así como en los métodos de medición y análisis de estos. Además, se pregunta si la empresa realiza auditorías internas y si mantiene su información documentada para revisiones de la alta dirección (Gráfica 6).

### Gráfica 6

#### Resultados Cláusula 9



Fuente: elaboración propia.

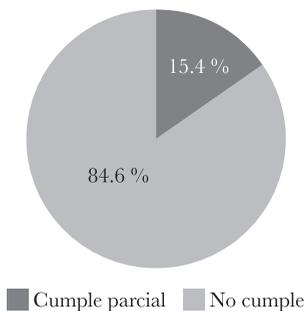
De acuerdo con las observaciones realizadas, la empresa D’GALLERY “sí cumple” en 0 requisitos (0%), “cumple parcial” en 0 requisitos (0%) y “no cumple” en 26 requisitos (100%).

### Cláusula 10. Mejora

En esta cláusula se pregunta si la empresa determinó oportunidades de mejora para la SST, así como la evaluación de la participación de sus trabajadores. Además, se pregunta si la empresa determina o implementa acciones correctivas (Gráfica 7).

### Gráfica 7

#### Resultados Cláusula 10



Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con las observaciones realizadas, la empresa D’GALLERY “sí cumple” en 0 requisitos (0%), “cumple parcial” en 2 requisitos (15.38%) y “no cumple” en 11 requisitos (84.62%).

## Conclusiones

Analizar los requisitos que integran la Norma ISO 45001

La Norma ISO 45001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de SST, permitiendo que las empresas proporcionen trabajos seguros y saludables, prevenir accidentes en el trabajo y problemas de salud, además de mejorar el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo de forma proactiva; es aplicable a cualquier empresa, de forma independiente a su tamaño, tipo y actividad. Es aplicable a los riesgos de SST bajo el control de la organización, teniendo en cuenta todos los factores como el contexto en el que trabaja la empresa y las necesidades y expectativas de los trabajadores y otras partes interesadas. Los requisitos que proporciona esta norma son los siguientes:

- Contexto de la organización
- Liderazgo de la alta dirección y los empleados
- Planificación
- Soporte (comunicación y capacitación)
- Operación
- Evaluación del desempeño
- Mejora continua

Aplicar un formulario que indique si la empresa D'GALERY cumple o no con los requerimientos establecidos en la norma ISO 45001

La aplicación del formulario realizado mediante observación y entrevista generó como resultado un 65.05 % de incumplimiento, 32.57 % de cumplimiento parcial y 2.38 % de cumplimiento total. Esto demuestra que es necesaria la implementación de un sistema de gestión de SST, ya que la mayoría de los motivos de incumplimiento derivan de no haber realizado identificación de los riesgos, falta de auditorías internas, evaluación de desempeño, revisiones de la alta dirección y por no mantener información documentada sobre el sistema de gestión de la SST.

Desarrollar una propuesta de un sistema de seguridad que permita la disminución de los accidentes ocupacionales en la empresa D'GALERY

La propuesta de implementación está orientada a la puesta en práctica de los diferentes documentos generados para el cumplimiento de los requisitos de la ISO 45001. En la siguiente tabla se proponen acciones que se deben llevar a cabo para que la empresa cumpla con los requisitos de la ISO 45001.

**Tabla 1***Propuesta de acciones a implementar*

Cláusula	Actividad	Acciones
4	Implementar los requisitos del contexto de la organización	La empresa no toma en cuenta todas las partes interesadas de la misma, por lo tanto, se propone que se realice una reunión con la alta dirección para determinar cuáles son las partes interesadas de la empresa, esto quiere decir, cualquier organización o individuo que pueda afectar sus actividades, por ejemplo, clientes, socios, proveedores, etc. Además, es recomendable hacer una evaluación de cada parte interesada, para determinar que requisitos debe cumplir con cada una.
5	Implementar los requisitos del Liderazgo y participación de los trabajadores	Para que un sistema de gestión tenga éxito es fundamental que tenga apoyo y liderazgo por parte de la alta dirección de la empresa, en este apartado se pudo observar que los altos mandos no están comprometidos con implementar un sistema de gestión, esto puede ser debido a que no conocen los beneficios que aporta un sistema de gestión, por lo cual propongo, que los integrantes de la alta dirección tomen un diplomado acerca de ISO 45001 para que conozcan de que se trata y así, tomar su rol de liderazgo y responsabilidad con el sistema de gestión, y a su vez, aportar los recursos necesarios.
6	Implementar los requisitos de Planificación	Se observo que la empresa no toma en cuenta todos los peligros y riesgos a los que esta se enfrenta, además, no se tiene la suficiente información documentada. Para cumplir con los requisitos de esta cláusula propongo que se realice un análisis de riesgos en el que se tome en cuenta a todos los individuos que forman parte de la empresa. En este análisis se deben identificar todos los riesgos, las consecuencias que estos atraen y su valoración. Así mismo, propongo, archivar estos análisis y los informes de los accidentes que han ocurrido en la empresa, esto con el objetivo de tenerlos almacenados y que se pueda recuperar y utilizar cuando sea necesario. Por último, es importante determinar cuál es el objetivo del sistema de gestión debido a que las acciones que se realicen deben ir enfocadas con cumplir este objetivo. El objetivo debe de ser la meta a la que se pretende llegar.
7	Implementar los requisitos de apoyo (comunicación y capacitación)	Otro de los requisitos para que un sistema de gestión tenga éxito es que toda la organización aporte su apoyo de manera eficaz a la empresa. En este apartado propongo dar platicas a los trabajadores, clasificados por sus áreas de trabajo, en donde se hable acerca de lo que es un sistema de gestión, como impacta en su área de trabajo y lo que cada trabajador puede aportar a este. Además, de igual manera que en el apartado 6, es importante que se conserve la información documentada que se crea necesaria para un buen sistema de gestión.

Cláusula	Actividad	Acciones
8	Implementar los requisitos de operación	<p>Un sistema de gestión no solo se trata de identificar los riesgos a los que se enfrenta la empresa, sino que también se deben de implementar procesos para que estos puedan ser evitados, o bien, saber cómo enfrentarlos en caso de que sucedan. Entonces, en este apartado propongo que de acuerdo con el análisis de riesgos se determine cual es la mejor manera para prevenir cada uno, por ejemplo, usar equipo de seguridad. Además, de que se pudo observar que la empresa no cuenta con los siguientes requisitos que considero que son muy importantes en cualquier empresa y que deben ser implementados lo más pronto posible: Capacitar al personal para que sean capaces de brindar primeros auxilios, realizar periódicamente simulacros de evacuación y tener planificado como responder ante emergencias.</p>
9	Implementar los requisitos de la evaluación del desempeño	<p>De acuerdo con el instrumento de investigación, la cláusula 9 de la ISO 45001 es la que más necesita atención por parte de la empresa, debido a que se observó que no cumple con el 100% de la cláusula. Esta cláusula nos habla del seguimiento, medición y evaluación del desempeño. Para que la empresa con estos requisitos debe plantear que método va a utilizar para obtener esta información, Además, también se debe aclarar cuales son los criterios y la frecuencia con la que se realiza esta evaluación. Tal como nos dice la ISO una forma de evaluar el desempeño es a través de realizar una auditoría interna o externa. Cualquiera de las dos opciones que elija la empresa es válida, pero es importante que se determine con qué frecuencia se van a realizar ya que si se va a hacer una sola vez se puede ir deteriorando el sistema de gestión.</p>
10	Implementar los requisitos de la Mejora	<p>Un buen sistema de gestión es aquel que se actualiza constantemente, una vez que la empresa cumpla con los requisitos de la cláusula 9, la empresa podrá darse cuenta de que está haciendo mal e implementar acciones para cambiar esta situación, propongo que la empresa tome acciones correctivas cada vez que se realice una evaluación del desempeño. Además, en caso de que suceda un riesgo que no se tenía previsto, actualice su análisis de riesgo incluyendo el nuevo y como prevenirlo o bien, en caso de que suceda un riesgo que ya estaba previsto analizarlo para saber si hay otras maneras de prevenirlo y actualizar la información que se tiene de este.</p>

Fuente: elaboración propia.

## Limitaciones

Al realizar este trabajo de investigación se contó con el apoyo del gerente general. Sin embargo, este trabajo fue realizado durante la pandemia de COVID-19, por lo cual se tuvo como limitante no poder asistir a la empresa como se tenía planteado y se tuvieron que analizar y revisar los procedimientos de manera virtual.

## Recomendaciones

Programar y efectuar charlas sobre la importancia de la implementación, beneficios y buena gestión del sistema en el SST ya que es imprescindible que exista compromiso desde la alta dirección hasta los operarios, incluyendo a los voluntarios, para su exitoso desempeño.

La empresa debe hacer una evaluación para determinar cuáles son los riesgos a los que se enfrentan los empleados de la empresa día a día. Además, el objetivo de determinar estos riesgos es tomarlos en cuenta para implementar acciones que puedan prevenirlos, o bien, estar preparados en caso de que sucedan.

Una vez que la dirección de la empresa considere arrancar con la implementación definitiva de la propuesta de implementación del sistema gestión, debe ajustar el documento planificación de SST y presupuesto ya que este documento le ayuda a ordenar las actividades, así como simultáneamente presupuestar las necesidades financieras para la misma.

## Referencias

- Balbín, F., y Málaga, G. (2019). Aplicación de un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la normativa ISO 45001: 2018 para reducir el riesgo en la Empresa Stand Art SAC, Surco 2019. [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad César Vallejo de Lima, Perú.] [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48006/Balb%0c3%0adn\\_PFY-%20Gonzalo\\_AMDV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48006/Balb%0c3%0adn_PFY-%20Gonzalo_AMDV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- INEGI. (2018). *Sexta edición de la Encuesta Nacional de Empleo y Seguridad Social (ENESS)*. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/EstSociodemo/ENESS2018.pdf>
- ISO. (2018). *Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo - Requisitos con orientación para su uso*. <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:45001:ed-1:v1:es>
- ISO Tools. (2018). *Las ventajas de implementar la ISO 45001 sobre SST*. <https://www.isotools.org/2018/10/05/ventajas-implementar-iso-45001/>
- Fray, D. y Rosario, K. (2019). *Propuesta para la implementación de un sistema de gestión en SandSO bajo los requisitos de la norma ISO 45001 en el área de bodega del b.a.d*. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40946/1/TESIS%20ISCE%20-%20261%20-%20Propuesta%20implementac%20sistema%20gestion.pdf>
- Moya, C. (2016). *Programa de gestión en seguridad industrial, orientado a la prevención de accidentes y riesgos laborales para la empresa proveedora de madera y materiales de construcción Povemadera SA ubicada en la ciudad de Quito* (Bachelor's thesis, Quito: UCE.).
- Veliz, R. (2018). Implementación de un Sistema de Gestión en Seguridad, Salud ocupacional, bajo la norma ISO 45001 para optimizar las operaciones mineras en la Compañía Minera Casapalca SA. [Tesis. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo]. <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/4968>

## Capítulo 9

Evaluación geofísica con equipos de radar de penetración terrestre (georradar) para identificación de infraestructura subterránea, en un predio ubicado en el municipio de Matamoros, Tamaulipas

*Héctor Orlando Sánchez Velázquez*<sup>28</sup>

*Miranda Daniela Arcos Pérez*<sup>29</sup>

*Pamela Palmas Delgado*<sup>30</sup>

### Resumen

La presente investigación se realizó como parte de los trabajos ejecutados por el Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT), mediante una caracterización del subsuelo en un predio ubicado en el municipio de Matamoros, Tamaulipas, donde el principal objetivo fue determinar la ubicación de la posible presencia de infraestructuras subterráneas (anomalías), empleando métodos de prospección geofísica (radar de penetración terrestre).

**Palabras clave:** caracterización, anomalías, prospección, geofísica, infraestructura, subterránea.

### Generalidades y metodología para emplear

#### Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el municipio de Matamoros, Tamaulipas entre los vértices que se muestran en la Tabla 1.

---

<sup>28</sup> Centro de investigación marítima, costera y portuaria de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. *orlando.sanchez@docentes.uat.edu.mx*

<sup>29</sup> Alumna de Maestría en Ingeniería Portuaria, de la división de Posgrado e investigación, Facultad de Ingeniería Arturo Narro Siller de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

<sup>30</sup> Alumna de Maestría en Construcción, de la división de Posgrado e investigación, Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” de la Universidad Autónoma de Tamaulipas

## Figura 1

Localización de área de estudio



Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

## Tabla 1

Vértices del área de estudio

Vértice	Vértices de ubicación del área					
	E	N	Vértice	E	N	
A	644,699.65	2,863,892.12	G	644,482.11	2,863,567.55	
B	644,393.36	2,863,641.35	H	644,518.74	2,863,744.08	
C	644,466.22	2,863,556.16	I	644,582.83	2,863,732.29	
D	644,373.97	2,863,390.82	J	644,598.40	2,863,789.52	
E	644,469.73	2,863,255.19	K	644,651.18	2,863,784.34	
F	644,530.04	2,863,441.53	L	644,668.76	2,863,854.12	
			M	644,689.91	2,863,852.87	

Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

## Métodos de prospección geofísica

Este método permite evaluar características del terreno, basándose en la medida de algunas propiedades físicas de los materiales que constituyen el subsuelo, tomadas en superficie. Los métodos geofísicos son indicados especialmente para indagar áreas

extensas, debido a que permiten obtener una gran cantidad de información en un cierto espacio de tiempo con un costo menor. Esto reduce en gran medida el número de ensayos mecánicos, por consiguiente, la disminución del gasto de la investigación.

Cabe destacar que los métodos geofísicos son técnicas no destructivas, debido a que existen dispositivos que se desplazan por todo tipo de superficies, sin necesidad de introducir ningún tipo de elemento en el suelo.

## Metodología georradar

Entre el amplio repertorio de métodos de prospección geofísica que existen en la actualidad, el *radar de penetración terrestre* (GPR), es uno de los más empleados en investigaciones poco profundas del subsuelo, obteniéndose resultados muy buenos en la localización de objetos enterrados, tuberías, cables, grietas y huecos en el subsuelo. Busca anomalías o diferencias en el subsuelo emitiendo un pulso, mismo que es recibido de vuelta por rebote e interpretado como diferencias discontinuas que indican la presencia de huecos, objetos y diferencias geológicas.

## Equipo

El levantamiento de campo se realizará con un equipo de georadar modelo Quantum Imager Triple Frequency Stepped Pulse System de la marca USRADAR, el cual consta de los siguientes elementos:

1. Unidad central. Controla los tiempos de envío de señales eléctricas que son convertidas en ondas electromagnéticas por la antena emisora y recibe las señales reflejadas en forma de registros de radargramas.
2. Antena emisora. Transforma los impulsos eléctricos que recibe de la unidad central en ondas electromagnéticas de corta duración que se emiten hacia el medio que se quiere estudiar.
3. Antena receptora. Capta la energía reflejada y transformada en pulsos eléctricos que envía a la unidad central. Ambas antenas, emisora y receptora, están integradas en un mismo elemento.
4. Ordenador portátil. Incorpora un software de registro de la señal electromagnética, que la procesa y permite una representación gráfica pudiéndose visualizar el perfil de georradar en tiempo real.
5. Odómetro. Rueda conectada a la antena.

## Figura 2

*Elementos que integran el GEORADAR marca Quantum Imager Triple Frequency Stepped Pulse System*



Fuente: elaboración propia.

El procedimiento operativo para realizar esta investigación mediante georadar consistió en un barrido sistemático de la superficie a lo largo de una línea. Durante el desplazamiento se emiten gran cantidad de pulsos por segundo (entre 1 y 100 pulsos), de manera que se obtiene un perfil, que se puede considerar continuo por la cantidad de trazas que se obtienen, en el que se indica el tiempo total de viaje de una señal al pasar a través del subsuelo, reflejarse en una heterogeneidad y volver a la superficie, medido en nanosegundos. Al encontrar una discontinuidad, o una superficie de separación entre dos medios con características electromagnéticas diferentes, parte de la energía de los pulsos transmitidos vuelve en superficie en la forma de una onda reflejada que la antena capta.

El sistema de radar medirá el tiempo transcurrido entre la onda transmitida y la reflejada, esto se repite en intervalos de tiempo muy pequeños mientras la antena está en movimiento y la señal resultante se muestra como reflexiones trazadas consecutivamente, correspondientes a diferentes posiciones sobre la superficie del terreno, hasta formar un perfil continuo del subsuelo llamado radargrama.

### Figura 3

*Ubicación del sitio y la calibración del georradar*



Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

### Procesamiento de datos

En los radargramas que se obtienen a partir de los datos en crudo es casi imposible identificar las señales correspondientes a los objetos y estratos enterrados. El procesamiento de los datos tiene entonces como finalidad hacer visibles las respuestas que son de interés. Para ello se aplican distintas técnicas cuyos objetivos principales son, disminuir o eliminar señales indeseables y corregir las escalas de los radargramas de modo que estos resulten lo más representativos posible de las formas y posiciones de los elementos en el subsuelo.

La calidad de los radargramas resultantes no sólo depende de la calidad de los datos de GPR medidos, sino también de la selección de las técnicas de procesamiento que haga el investigador y de la forma en que éstos sean apreciados. Esto a su vez depende de la información disponible, ya sea de origen geofísico, estratigráfico o de cualquier otro tipo. El procesamiento de datos implica interpretaciones y ajustes continuos, en un proceso que muchas veces tiene características cíclicas o de realimentación.

La interpretación de los registros de georradar se basa, normalmente, en la caracterización de la textura, amplitud, continuidad y terminación de las reflexiones. Por otro lado, la naturaleza del subsuelo es un factor importante en el comportamiento de las ondas atenuándose por ejemplo en presencia de arcillas húmedas o cuando en la superficie se encuentren elementos metálicos pueden originar reflexiones erróneas, enmascarando parcialmente las reflexiones del subsuelo.

## Metodología levantamiento topográfico

Como parte de los trabajos del presente estudio, se realizó el levantamiento topográfico de los métodos empleados, ubicando las líneas de georradar ejecutadas en el sitio de los trabajos y los rasgos antropogénicos ubicados en la zona como postes de derecho de vía y señales de infraestructura existente en el área, tomando como punto de partida una mojonera establecida por la INEGI, ubicada en la plaza Rigo Tovar ubicada cerca del centro de la ciudad de Matamoros, Tamaulipas, denominada V28238 con coordenadas UTM X: 648,417.636, Y: 2,862,878.160, Z: 10.826.

### Figura 4

*Localización de Mojonera INEGI V28238*



Fuente: INEGI.

## Trabajos de campo

El área de estudio se dividió en tres polígonos denominados A, B y C, se procedió a realizar los recorridos en el polígono A, zona que se encuentra al norte del predio de estudio, este polígono se encuentra conformado en su mayoría de terreno con vegetación baja, que a simple vista se encuentra sin cambios importantes, aunque durante los recorridos se observaron instalaciones de drenaje y descarga de agua; son registros que, al revisarlos, mostraban conexión subterránea a través de tubería de PVC. Además, se observó también la instalación de registros eléctricos, así como postes de alumbrado, algunos de los cuales -se infiere- están interconectados.

La cantidad de recorridos propuesta fue de 32 líneas, planeando alcanzar un total de 1448.00 ml, ubicándose principalmente de manera longitudinal y transversal en el área, abarcando la mayor parte de la superficie del polígono. Estas líneas fueron propuestas se observan en la Figura 5.

**Figura 5**

*Propuesta de recorridos con georradar en el polígono A*



Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

El polígono B es el de mayor prioridad de acuerdo con la información preliminar determinada por las imágenes satelitales en la zona. Las fotografías muestran que en el lugar se desarrollaban otro tipo de actividades a comparación de las que actualmente se realizan en la zona; estas actividades se observaron con el uso de instalaciones tipo represas o celdas de almacenamiento, infiriéndose un posible cambio en la estructura del subsuelo.

Siguiendo el objetivo de ubicación de infraestructura o residuos industriales inmersos en el subsuelo del polígono, se planearon un total de 10 recorridos, con distancias entre los 20 m hasta los 50 m lineales, ubicándose de manera longitudinal y transversal a la forma del polígono, tratándose principalmente el realizar los recorridos longitudinales con dirección de norte a sur y sur a norte, mientras las transversales con dirección este a oeste y oeste a este, cambiándose la dirección de acuerdo con lo observado durante los resultados en tiempo real de los análisis, planteando realizar un total de 350 ml.

## Figura 6

Propuesta de recorridos con georradar en el polígono B



Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

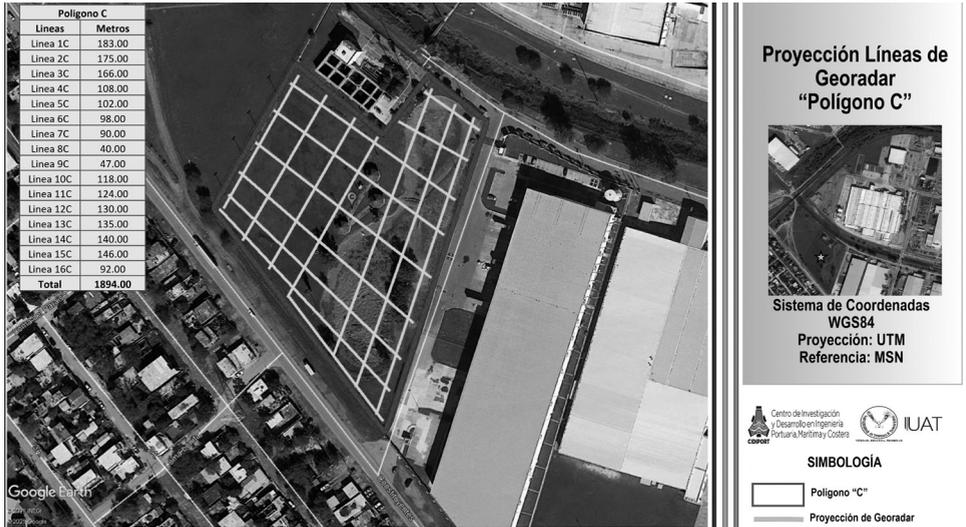
Para finalizar los trabajos en campo se realizó el planteamiento del polígono C, donde las líneas se llevaron a cabo de manera longitudinal y transversal, dando cumplimiento con la propuesta presentada para el área, donde se plantearon 16 recorridos con un total de 1894 ml.

Estos recorridos se realizaron en una superficie cambiante, donde se observa el uso que se le dio años atrás al terreno, siendo un parque recreativo, en este se observa la presencia de lo que era un cuerpo de agua, una especie de lago, además de un campo de fútbol y la presencia de 3 kioscos. El cuerpo de agua actualmente se encuentra sin líquido, aunque en su interior la vegetación es de altura media de 1 m. Los kioscos se encuentran abandonados, al igual que el campo de fútbol.

En cuanto a instalaciones eléctricas dentro del polígono, se observan postes de alumbrado y un conjunto de registros eléctricos ubicados en la zona norte del área.

## Figura 7

Propuesta de recorridos con georradar en el polígono C



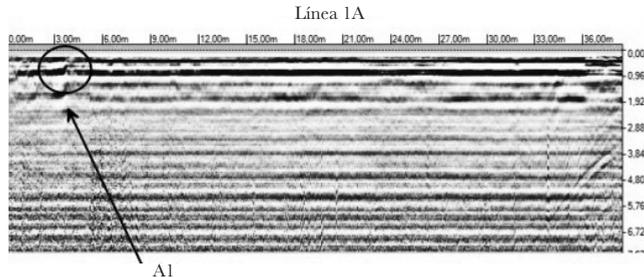
Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

## Resultados

Se determinó la infraestructura subterránea en el polígono reconocido como A, que como se ha mencionado anteriormente, se encuentra principalmente cubierto por vegetación baja y está poco accidentado topográficamente.

## Figura 8

Radargrama de la Línea 1A, se observa la anomalía denominada A1

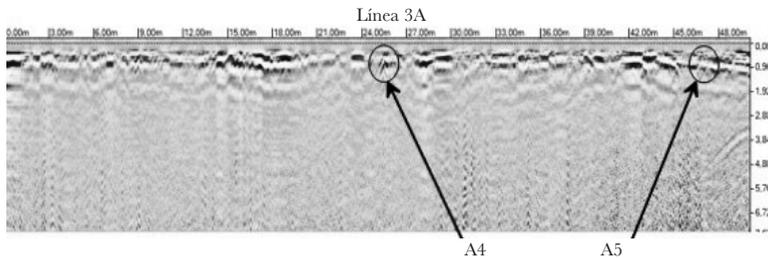


Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

Para dar seguimiento en este polígono se realizaron 32 recorridos, siguiendo el patrón de ejecución propuesto desde un principio. Dentro de estos recorridos destacan los ejecutados con rumbos este a oeste y viceversa, los cuales son los nombrados Línea 3A, 8A, 9A, 10A y 11A, estos muestran dos tipos de anomalías similares entre sí, una de ellas mostrando la posible ubicación subterránea de ductos de drenaje o líneas de instalación eléctrica, y la segunda anomalía asociada a una línea de estructura o tipo desconocido, que cruza el predio de norte a sur con una ubicación cercana a la cerca de delimitación al centro del mismo predio, y que se observa aproximadamente entre medio metro y un metro de profundidad.

### Figura 9

*Radargrama de la Línea 3A señalando la anomalía central (A4) y la del ducto de desagüe (A5)*



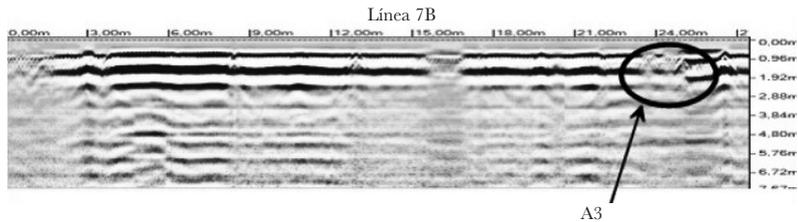
Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

Como se mencionó anteriormente para dar seguimiento al polígono B se realizaron 10 recorridos. A cada recorrido se le realizó el levantamiento topográfico que corresponde al inicio y fin de cada línea, y los casos en los que se encontraron anomalías durante la ejecución de los recorridos. Se observó que en la mayoría las líneas longitudinales no se mostraban anomalías de interés asociadas a alguna infraestructura, solo la posible presencia de material saturado, pero con el objetivo de reconocer los estratos y correlacionarlos con el medio, cualquier anomalía encontrada era geoposicionada.

De las líneas transversales, las denominadas línea 7B, 8B, 9B, 10B y 11B, se observaron en sus radargramas anomalías a distintas profundidades y ubicaciones; las primeras anomalías fueron similares a las presentes en las líneas longitudinales, superficiales y dentro del primer metro de profundidad, asociadas al diseño de la estructura de la plancha de concreto, siendo estas igualmente descartadas para el post-proceso.

## Figura 10

Radargrama de la Línea 7B, se muestra la anomalía



Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

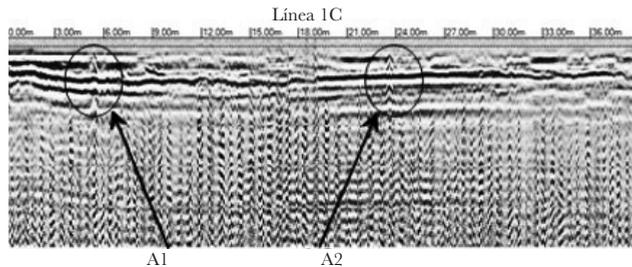
Finalmente se analizaron los radargramas obtenidos de los 16 recorridos en el polígono C. Estos recorridos se ejecutaron de manera longitudinal y transversal con rumbos norte a sur / sur a norte y este a oeste / oeste a este, realizándose uno tras otro, si el recorrido comenzaba desde el norte y concluía al sur, el siguiente tomaba rumbo sur a norte.

Los resultados del georradar en este polígono, muestra un comportamiento general causado por la zona, en los radargramas dentro de sus primeros metros en superficie, se observan anomalías continuas o presencia de *ruido*, causado principalmente por la presencia de piedra bola o boleto de tamaño chico a mediano, no más de 20 cm de diámetro, y que se encuentra visualmente compactado, esto provoca que el equipo georradar tenga un comportamiento errático en su traslado generando una vibración, además de que las antenas reciben señales de presencia de objetos en superficie, motivo por el cual en la lectura de los radargramas es imposible observar algún tipo de instalación o infraestructura de manera somera, aun realizando varios tipos de postproceso en los radargramas.

Como ejemplo de lo que se genera en los radargramas debido a la conformación de la superficie, encontramos en la Línea 1C que dentro de sus primeros metros se observa la presencia de posibles grietas o de algún material discontinuo a partir de una profundidad de 2 m, pero en los metros someros del resultado, observamos que se encuentran hipérbolas cambiantes por la compactación y tipo de material que hay, siendo este parte de un camino de acceso y tránsito que rodea la estructura del cuerpo de agua, todo esto dentro de los primeros 39 m de la longitud total del radargrama. Aun así, dentro de este radargrama, encontramos aproximadamente a unos 5 m de longitud y a una profundidad de 0.7 m la ubicación de una anomalía que no se puede correlacionar a algún tipo de infraestructura subterránea.

## Figura 11

Primeros 39 m de la Línea 1C



Fuente: Centro de Investigación y Desarrollo en Ingeniería Portuaria, Marítima y Costera (CIDIPORT, 2021).

## Conclusiones

De los trabajos para la ubicación y localización geo-posicional de posibles estructuras o infraestructura inmersa en el material de subsuelo en 3 (tres) polígonos dentro un predio ubicado al oeste del municipio de Matamoros, Tamaulipas, obtenemos que:

- Dentro del polígono A se localiza infraestructura relacionada al sistema de drenaje o desagüe de lluvias, que comprende la instalación de registros intercomunicados por ductos estos se encuentran dentro de los primeros 0.7 m y que cruzan el predio de oeste a este terminando en la presa de captación presente al sur de este polígono.
- Además, dentro del polígono A y cruzando de norte a sur, comportándose de manera paralela a la cerca de delimitación central del predio en su lado este, se encuentra una línea de procedencia desconocida, misma que se encuentra a no más de 1 m de profundidad y que no se encuentra identificada por ningún tipo de señalización.
- En el polígono B, encontramos la presencia de anomalías que pudieran ser asociadas con algún tipo de relleno presente en el subsuelo, relacionado con una antigua estructura con forma de celda de captación o presa que se encontraba en el área, en donde se aprecian asentamientos; además de forma visible en la superficie se identificaron una serie de grietas sobre las placas de concreto, en las cuales se genera la infiltración de agua meteórica, lo que pudo haber provocado la erosión del material de apoyo de las placas de concreto, lo que da similitud a la posible área de mencionada.
- Finalmente, en el polígono C se encuentra la presencia de anomalías sin relación alguna a infraestructura subterránea señalada en el área ni a instalaciones que se observen en la superficie, por lo cual se asume que estas anomalías se presentan por la presencia de algún objeto inmerso en el subsuelo pero que no son de

mayor diámetro a unos posibles 10 cm, esto debido a lo que visiblemente en los radargramas se observa como una hipérbola de dimensiones menores.

- En general, dentro de los tres (3) polígonos que fueron sometidos a investigación con equipo georradar, no se encontró ningún tipo de estructura de mayor dimensión inmersa en el subsuelo, para lo cual se descarta la presencia de instalaciones o desechos metálicos de mayores proporciones.

## Referencias

- Annan, A. (1992). "Ground Penetrating Radar Workshop Notes", Sensors & Software Inc. Arulanandan K. and Smith S.S., 1973, "Electrical Dispersion in Relation to Soil Structure", J. of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 99, No SM12, December, pp. 1113-1133.
- Baker P. y Monash U. (1991). *Fluid, Lithology, Geometry, And Permeability Information Form Ground Penetrating Radar For Some Petroleum Industry Applications*, Society of Petroleum Engineers, SPE 22976, pp. 277-287.
- Barber, W. y Morey R. (1994). *Radar Detection of Thin Layers of Hydrocarbon Contamination*. GPR'94 Proceeding of the Fifth International Conference on Ground Penetrating Radar, Volume III Environmental and Groundwater, pp. 1215-1228.
- Darayan, S., Liu, C., Shen, L. y Shatthuck. (1998). Measurement of Electrical Properties of Contaminated Soil, *Geophysical Prospecting*, 46, 477-488.
- Tronicke, J., Dietrich, P., Wahlig, U. y Appel, E. (2002). Integración de georradar de superficie y tomografía de radar crosshole: un experimento de validación en depósitos de corrientes trenzadas. *GEOPHYSICS*, 67, 1516-1523.
- Hipp, J. (1974) Soil Electromagnetic Parameters as Function of Frequency, Soil Density, and Soil Moisture. *Proceedings of the IEEE*, 62(1), 98-103.
- Grasmueck, M. (1996). Radar de penetración en el suelo 3-D aplicado a imágenes de fracturas en gneis, *GEOPHYSICS*, 61, 1050-1064. <https://doi.org/10.1190/1.1444026>
- Montes, A., Santiago, F., López, R., y Magneres, I. (2021). Georadar: Ground penetrating radar. *La Lupa. Colección Fueguina de divulgación científica*, (19), 36.
- Rinaldi, V. y Francisca, F. (1999). Impedance Analysis of Soil Dielectric Dispersion (1 MHz to 1 GHz), *ASCE, J. of Geotechnical Engineering*, pp. 111-121.
- Sachs, S., y Spiegler, K. (1964). Radiofrequency Measurements of Porous Conductive Plugs, Ion Exchange Resin Solution Systems. *J. of Physical Chemistry*, 68, 1214-1222.
- Santamarina J. y Fam M. (1997). Dielectric permittivity of Soils Mixed with Organic and Inorganic Fluids (0.02 GHz to 1.30 GHz). *J. of Environmental and Engineering Geophysics*, 2(1), 37-51.
- Schwille, F. (1984). Migration of Organic Fluids Immiscible with Water in Unsaturated Zone, from "Pollutants in Porous Media" The Unsaturated zone Between Soil Surface

- and Groundwater, Vol. 47, Ecological Studies, Yaron B., Dagan G. and Goldshmid J. (Ed.), Springer Verlag.
- Thevanayagam, S. (1995). Frequency-Domain Analysis of Electrical Dispersion of Soils. *J. Geotechnical Engineering, ASCE 121(8)* 618-628.
- Van Beek, L. (1967). Dielectric Behavior of Heterogeneous Systems. In *Progress in Dielectrics*, John Wiley and Sons, NY, Vol7, pp. 67-114.
- Wobschall, D. (1977). A Theory of the Complex Dielectric Permittivity of Soil Containing Water: the Semidispersed Model, IEEE. *Transaction on Geoscience Electronics, 15(1)*, 49-58.

# Capítulo 10

## Impacto de la calidad del servicio en las ventas. Caso: agencia de autos de Altamira, Tamaulipas

*Javier Guzmán Obando*<sup>31</sup>

*María Elena Martínez García*<sup>32</sup>

*José Raúl Valenzuela Fernández*<sup>33</sup>

*Lázaro Salas Benítez*<sup>34</sup>

### Resumen

Dentro de la línea de conocimiento de mercadotecnia y competitividad, el presente proyecto surge con el propósito de apoyar a la empresa agencia de autos de Altamira, Tamaulipas (se omite la razón social de la empresa por cuestiones de confidencialidad) a aumentar las ventas a través de la calidad en el servicio al cliente. De acuerdo con resultados contables, la empresa cuenta con problemas dado que las ventas están disminuyendo. Si bien es cierto que hay otros factores que influyen en dicho problema, uno de ellos es que el servicio no se orienta en el cliente. En esta investigación, se lleva a cabo un estudio acerca de lo que se necesita para ofrecer al cliente productos y servicios que satisfagan al máximo sus necesidades; llegando a la conclusión de que, por encima de ofrecer un precio bajo, está la calidad del servicio de los empleados hacia los clientes. El objetivo principal del estudio es proporcionar acciones a seguir para corregir la forma en la que los empleados interactúan con los clientes, lo cual ayudaría no solo a mejorar la vida laboral de los empleados, sino también como empresa se vería reflejada en aumentar las ventas al retener al cliente con el servicio de calidad ofrecido.

**Palabras clave:** calidad del servicio, ventas, mercadotecnia, clientes.

### Introducción

Los beneficios producidos por la capacidad de la empresa, se debe a la imagen general de los trabajadores con sus clientes (Cansado, 2005). Esta imagen se crea a partir de la calidad, la eficiencia y eficacia de las unidades de negocio (productos

<sup>31</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México. [jguzmano@docentes.uat.edu.mx](mailto:jguzmano@docentes.uat.edu.mx)

<sup>32</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<sup>33</sup> Facultad de Ingeniería “Arturo Narro Siller” (FIANS), Universidad Autónoma de Tamaulipas, México.

<sup>34</sup> Facultad de Contaduría Campus Tuxpan, Universidad Veracruzana, México.

y/o servicios) que los empleados tratan de posicionar con los clientes del negocio. La totalidad de los trabajadores de la empresa influyen de manera significativa en la reputación de la organización. Por ello, estos trabajadores, sobre todo si son el primer contacto con el cliente, deben capacitarse para ofrecer el mejor servicio. Ya que sucede lo anterior, debe existir un reforzamiento periódico de la motivación de los trabajadores, para que incremente su nivel de compromiso.

Sin embargo, hoy día, muchas organizaciones no cuentan con programas de capacitación y desarrollo que favorezcan a sus trabajadores, y, aun así, pregonan el buen servicio ofrecido a la clientela. Por lo anterior, en el presente estudio se pretende mostrar las directrices que permitan el mejoramiento de la calidad en el servicio al cliente, las cuales permitirán que se incremente la rentabilidad organizacional consolidando la lealtad y satisfacción total del cliente. La intención es que el cliente satisfecho adquiera más y de manera constante, convirtiéndose en clientes fieles a la marca haciendo más difícil su migración con la competencia; y, a la empresa le permite generar una cartera de clientes leales, mejorando la calidad en todos sus procesos.

Lo anterior, hace que la empresa invierta menos en publicidad y marketing, sin embargo, si sucede lo contrario se invertirá más recursos económicos en estos rubros para atraer nuevos y más clientes que sustituyan a aquellos que, por la falta de calidad en el servicio, abandonaron a la empresa.

## Antecedentes

En lo que respecta a la empresa *Agencia de autos de Altamira, Tamaulipas* no se tienen antecedentes relativos a este tema. A continuación, se mencionan los resultados de un estudio que ha abordado el tema a tratar. De acuerdo con Accenture Consultora<sup>35</sup>, 8 países de los 5 continentes, en el que realizó una encuesta a 4100 consumidores acerca de la atención recibida, se encontró que el 67 % de los clientes se cambiaron de proveedor ya que recibieron un deficiente servicio y 33 % cambió de proveedor una vez que se encontró el producto a un mejor precio. De acuerdo con lo anterior, si se brinda un mal servicio, el negocio perderá más clientes; tampoco ayuda contar con precios elevados.

Por lo tanto y con base en la investigación citada, se confirma que el brindar un servicio de calidad influye en el posicionamiento y la captación de consumidores, lo cual se refleja en las ventas del negocio.

---

<sup>35</sup> <https://www.accenture.com/us-en/services/song/marketing-transformation>

## Planteamiento

En la empresa *Agencia de autos de Altamira, Tamaulipas* se lucha con un problema de calidad del servicio por parte de casi todo el personal, pero en específico el de ventas. Una de las cuestiones es que, si no se trata de su cliente o su área, no tienen la iniciativa de atenderlos. En algunas ocasiones ya se han comunicado los clientes para quejarse de que les contestan de una forma grosera o que les dejan esperando en el teléfono y esto ha hecho que muchas veces los clientes decidan comprar lo que deseaban en otra empresa. Realmente no se ha hecho nada al respecto para cambiar esta actitud de los empleados, se programan reuniones por parte del departamento de ventas, pero las cosas no cambian y se sigue trabajando de la misma manera.

La apatía de los empleados en general se debe a inconformidades, sienten que las remuneraciones no son equitativas, que hay favoritismos, que no existe una apreciación hacia ellos como personas o reconocimiento de su trabajo aunado a los posibles problemas que tengan en su casa y a pesar de todo siempre se les exigen más en el trabajo.

Actualmente existe una encuesta de clima organizacional, que se contesta vía internet, pero esta no resulta convincente ya que se solicita el número de nómina y el hecho de no garantizar el anonimato no muestra el sentir real de los empleados.

Al ser las ventas la fuente de ingresos, este problema está afectando la parte medular de la empresa, ya que se están perdiendo ventas y, a largo plazo, clientes.

Lo anterior, conduce a que se plantee la siguiente pregunta: ¿qué relación existe entre la calidad del servicio de los empleados de la empresa agencia de autos de Altamira, Tamaulipas, con las ventas de dicho establecimiento?

## Delimitación

La presente investigación es una contribución al campo de la administración tanto financiera como de recursos humanos y se llevará a cabo dentro de la empresa Agencia de autos de Altamira, Tamaulipas ubicada en la ciudad de Altamira al sur del estado de Tamaulipas, México; entre los meses de enero a diciembre del año 2021.

Se busca responder a las siguientes preguntas: ¿existe una relación entre la calidad del servicio que ofrecen los empleados y las ventas de negocio?, ¿qué importancia tienen las ventas dentro de la empresa?, ¿qué factores ocasionan que las ventas aumenten o disminuyan?, ¿cómo se pueden modificar la calidad del servicio? (Hernandez-Sampieri et al., 2018).

## Limitaciones o alcances

La principal limitación es que no se cuenta con un estudio previo respecto a la calidad del servicio en las ventas dentro de la organización. Otra limitante es que por el momento no se implementarán las medidas sugeridas ya que se requiere de la autorización de la gerencia, lo que llevaría otro lapso de tiempo para convencer de ponerlo en práctica, y en este momento sólo queda como propuesta de mejora en la organización.

## Justificación

El atender a los clientes con una actitud de servicio, genera tres efectos económicos para la empresa:

1. Los clientes que realizan una compra única se convierten en clientes que adquieren el producto o servicio de manera recurrente.
2. Las recomendaciones que hacen los clientes fieles atraerán a clientes nuevos.
3. La posibilidad de aumentar precios del producto/servicio por contar con un mejor servicio al cliente. Con esto se permite el asociamiento de un precio mayor a un servicio que se percibe como de mayor valor para los clientes. Por lo que, un precio superior se traduce en una mayor rentabilidad.

De los puntos anteriores se infiere que esta investigación es de vital importancia para la empresa, ya que las ventas son la parte primordial de un estado de resultados y estas se ven mermadas ante las quejas de los clientes. Al estudiar las actitudes de los empleados y las causas de estas, se podrán proporcionar las estrategias a la empresa para cambiar esta situación. Además de la empresa, se beneficiaría a los empleados de la organización, así como indirectamente al aumentar los ingresos se pagarían mayores impuestos, el gobierno y sociedad se verían beneficiados.

## Objetivos

### Objetivo general

Analizar la relación existente entre la calidad del servicio al cliente que ofrecen los empleados y las ventas, que permitan demostrar el impacto que tiene la calidad del servicio sobre estas últimas.

### Objetivos particulares

Definir en qué consiste un servicio de calidad.

- Identificar los factores que aumentan o disminuyen las ventas de la empresa.
- Describir la importancia de las ventas en un estado de resultados.
- Indagar el impacto que tiene la calidad del servicio sobre las ventas.
- Estructurar cómo se puede modificar la calidad del servicio.

- Establecer estrategias para fomentar la calidad del servicio en los empleados de la *Agencia de autos de Altamira, Tamaulipas*.

## Contexto

La empresa *Agencia de autos de Altamira, Tamaulipas*, forma parte de la familia de un grupo multiempresarial de propiedad privada, ubicado en el sur del estado de Tamaulipas, que cuenta con cien años de existencia. Este corporativo representa uno de los grupos más relevantes en el noreste de México, el cual opera en 7 estados de México.

Dentro de la misión del grupo se encuentra la maximización de la rentabilidad, creando valores a partir de la producción y la comercialización de productos y servicios de alta calidad, colaborando con los socios del negocio, fomentando el compromiso del recurso humano siempre trabajando en el desarrollo integral, ofreciendo propuestas de valor del mercado para los *stakeholders*. Además, se considera una empresa socialmente responsable (ESR).

El grupo tiene como visión ser líder creando valor en cada uno de los negocios que participan en el mismo, siempre apeándose a sus valores organizacionales, que son: responsabilidad, calidad, innovación, integridad y servicio. En 1960 inicia la división automotriz, que se distingue por su innovación, la evolución de negocio y la calidad en el servicio por experiencia y prestigio en la industria y además, la garantía que ofrece cada una de las marcas que distribuye.

La empresa fue constituida en 1981 bajo otro nombre empresarial, dedicándose solamente al giro de otros productos. En el año 2005 cambia su nombre por el de *Agencia de autos de Altamira, Tamaulipas*, incorporando a su giro la venta de camiones y servicio automotriz.

Altamira es una de las tres ciudades del sur del estado de Tamaulipas, México, encontrándose al sureste de la zona conurbada, limitando al norte con Aldama, al oeste con González, al sur con ciudad Madero y Tampico, y al este con el Golfo de México. La población del municipio es de 269 790 habitantes registrados en el Censo 2020.<sup>36</sup> Las actividades primarias son la pesca, ganadería, agricultura y la extracción de sal; en la actualidad, se destaca como principal actividad la industrial. Estas condiciones han hecho que el municipio se industrialice y sea un importante nicho de mercado.

## Las ventas

De acuerdo con Narváez et al. (2019), “el concepto de venta enmarca la aplicación de diversas estrategias agresivas de promoción, cuyo objetivo sea estimular el acto

<sup>36</sup> <http://www.imeplansurdetamaulipas.gob.mx/censo2020resultados/>

de compra por parte de los consumidores, es decir, lograr vender todo aquello que se produzca” (p.133). Se puede definir *vender* como la relación comercial de intercambio donde el consumidor o comprador cubre una necesidad de cualquier índole a cambio de un valor monetario.

## Factores que Influyen en las ventas

González (2012), menciona algunos factores de mayor importancia, y los clasifica de la siguiente manera:

**De ajuste.** Huelgas, incendios e inundaciones. Los de efecto saludable: productos sin competencia, situaciones, contratos de venta o políticas, etcétera.

**De cambio.** Cambio de material, adaptación de programa de producción, cambio de mercados, cambio de producción, cambio de productos, cambios en los métodos de venta, de presentación, mejoras de situaciones de la empresa, mejores precios, rediseños, servicios y publicidad.

Existen muchos factores que influyen en las ventas, algunos de estos no pueden ser controlados por la empresa como los factores de ajuste. Sin embargo, los cambios pueden ser manipulados, y entre estos se encuentra el tema principal: la publicidad.

## Servicio al cliente

De acuerdo con la *American Management Association* (AMA)<sup>37</sup>, “las empresas que operan con altos índices de crecimiento se mantienen en contacto con sus mercados y se muestran dispuestas a invertir el dinero necesario para lograrlo. Conocen a sus clientes y mantienen ese conocimiento actualizado” (Tschohl y Franzmeier, 1994, p. 1). En este caso es de suma importancia conocer las necesidades y deseos del cliente antes de pretender posicionar productos o servicios. Por lo que se sugiere una práctica proactiva y no una reactiva del servicio al cliente; ya que se deben considerar las características más relevantes de este rubro, tales como: confiabilidad, capacidad de respuesta, seguridad, empatía, instalaciones físicas y equipos atractivos y limpios.

En la actualidad hay un hermetismo de las empresas en invertir en el desarrollo y la capacitación de los trabajadores en cuanto a las técnicas y herramientas del servicio al cliente, que les permita una motivación que reemplace la indiferencia con el entusiasmo. Si el nivel del servicio se encuentra por debajo del nivel de las expectativas del cliente, éste elige alguna otra opción para adquirir el bien o el servicio. Por ello es importante conocer cuál es el nivel de las expectativas que tiene un cliente, por lo siguiente: si se hace menos de lo que el cliente espera, el servicio

<sup>37</sup> <https://www.amanet.org/training-topics/business-enhancement/>

será considerado como malo; si se hace lo que el cliente espera, de manera exacta, el servicio se le considerará como bueno; pero, si se lleva a cabo más de lo que el cliente espera, el servicio será considerado como algo superior. Para evaluar la calidad del servicio, se encuentra algunos modelos, tales como:

1. SERVQUAL de Parasuraman, Zeithaml y Berry (1985, 1988).
2. SERVPERF de Cronin y Taylor (1992).
3. EP y NQ de Teas (1993)
4. Modelo propuesto por Johnson, Tsiros y Lancioni (1995).
5. Powpaka (1996).
6. Sistema de Evaluación de Desempeño 360° (Pereda y Berrocal (2001))

## Metodología

### Hipótesis y variables

La hipótesis generada en el presente estudio es: aumentar la calidad del servicio que el empleado ofrece a los clientes causa un incremento en las ventas del negocio. En este caso se tienen dos variables: la calidad del servicio de los empleados y las ventas. Clasificando estas variables se puede concluir que la variable independiente es la calidad del servicio de los empleados y la variable dependiente es el aumento de las ventas. Para medir la variable calidad del servicio se utiliza una adaptación del Sistema de Evaluación del Desempeño 360° (Pereda y Berrocal, 2001). La variable ventas, se medirá comparando los estados financieros de meses anteriores con el actual, así como medir las ventas por vendedor de acuerdo con los artículos por venta, precio promedio por artículo y venta por día.

### Población

El universo es todo el personal que labora en *Agencia de autos de Altamira, Tamaulipas*, así como los clientes de dicha organización.

### Muestra

En este caso en específico para la recolección de datos se selecciona a todo el personal de ventas, con respecto a los clientes se hará un muestreo probabilístico simple de 170 personas, con esto se garantiza un error estándar menor a 0.015.

$$n' = \frac{S^2}{V^2} \frac{\text{Varianza de muestra}}{\text{Varianza de la población}}$$

$$n' = \frac{n'}{1 - n'/n}$$

Sustituyendo se tiene:  $n' = \frac{S^2}{V^2}$

$$S^2 = p(1-p) = 0.9(1-0.9) = 0.09$$

$$V^2 = (0.015)^2 = 0.000225$$

$$n' = \frac{0.09}{.000225} = 400$$

$$\text{y ajustando se tiene: } n' = \frac{n'}{1+n/N} = \frac{400}{1+400/300} = 171$$

## Tipos de investigación

Para realizar esta investigación, se hace un estudio de caso, el cual también representa una investigación-acción ya que el investigador forma parte del objeto de estudio. Se utiliza el método correlacional, ya que se analizan dos variables: la calidad en el servicio y las ventas.

## Técnicas utilizadas

Se ha decidido utilizar dos técnicas de recolección de datos: la observación y la encuesta. La observación se utiliza para ver cómo reaccionan los vendedores de la empresa hacia los clientes para concluir qué formas de actuar se pueden modificar. La encuesta se diseña, mas no se aplica por cuestiones de permisos dentro de la empresa.

## Método

El método empleado, considerando la ponderación de Tabla 2, es el llamado de *escala discontinua* con una descripción de factores observados en el encabezado de la Tabla 1, así como la asignación de puntos. Esta consiste en evaluar el desempeño de cada uno de los factores relacionados al trabajo y al comportamiento del evaluado. Cada factor que se valora se subdivide en cierto número de grados, entre los cuales se selecciona el que a criterio del evaluador representa el mejor nivel del evaluado en el factor correspondiente, el cual tiene un valor en puntos. Al sumar los puntos obtenidos de todos los factores considerados, corresponde al puntaje del desempeño total del evaluado. A este, se le aplica la tabla de ponderación de acuerdo con la calidad del evaluador.

## Instrumentos

Para la observación se utiliza la bitácora, para hacer las anotaciones sobre el procedimiento que se lleva a cabo y ver dónde se puede hacer alguna mejora o modificación. Para la encuesta se diseñaron dos cuestionarios, uno enfocado al

personal de ventas y el otro a los clientes, adecuándolos al Sistema de Evaluación del Desempeño 360° (Pereda y Berrocal, 2001). Dichos cuestionarios son cerrados de opción múltiple, ya que muchas veces no se tiene el tiempo necesario para contestarlas. No se les pide el nombre para que se responda lo que realmente se piensa y se siente.

## Análisis de resultados

De la aplicación de la Evaluación del personal, se obtuvieron las calificaciones mostradas en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Evaluación del personal*

*Dónde: (1)Inferior, (2)Regular, (3)Bueno y (4)Superior.*

Nombre	Conocimiento del trabajo a cargo				Calidad en el trabajo				Cantidad de trabajo				Sentido de responsabilidad				Iniciativa y participación				Disciplina				Espíritu de colaboración				Total
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Trabajador_1																													25
Trabajador_2																													19
Trabajador_3																													19
Trabajador_4																													19
Trabajador_5																													28
Trabajador_6																													19
Trabajador_7																													21
Trabajador_8																													20
Trabajador_9																													24
Trabajador_10																													17
Trabajador_11																													19
Trabajador_12																													20
Trabajador_13																													26
Trabajador_14																													28
Trabajador_15																													25
Trabajador_16																													19
Trabajador_17																													21
Trabajador_18																													21
Trabajador_19																													20
Trabajador_20																													21
Trabajador_21																													25
Trabajador_22																													24
Trabajador_23																													18

Nombre	Conocimiento del trabajo a cargo				Calidad en el trabajo				Cantidad de trabajo				Sentido de responsabilidad				Iniciativa y participación				Disciplina				Espíritu de colaboración				Total				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4					
Trabajador_24																																	25
Trabajador_25																																	18
Trabajador_26																																	13
Trabajador_27																																	20
Trabajador_28																																	11
Trabajador_29																																	26
Trabajador_30																																	18
Trabajador_31																																	18
Trabajador_32																																	22
Trabajador_33																																	12
Trabajador_34																																	18
Trabajador_35																																	18
Trabajador_36																																	17

Fuente: elaboración propia.

Las calificaciones de la evaluación del personal se pueden resumir en la Tabla 2.

**Tabla 2**

*Calificaciones de la evaluación del personal*

Categoría	Valor
Inferior (<15)	3
Regular (15 – 20)	18
Bueno (21 – 26)	13
Superior (> 26)	2
Total	36

Fuente: elaboración propia.

De modo gráfico con la información obtenida, se puede observar en la Gráfica 1, que sólo el 6% de los empleados cuentan con un puntaje superior, que corresponde a que el mismo, es un trabajador con un rendimiento sobresaliente, dada su alta calidad de trabajo, su relación con demás personal es perfecta, sus principios son siempre admirables, con excelente disciplina, responsable y excelente asistencia al trabajo.

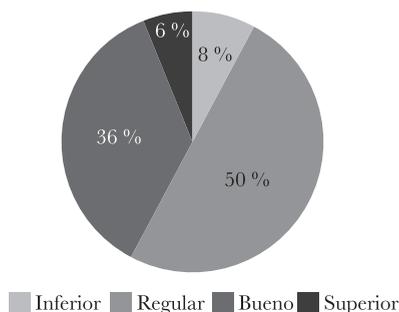
El 36% de empleados, se evalúan de manera buena, considerando a este grupo a los trabajadores con un rendimiento superior al promedio, cuyas relaciones interpersonales en su área son muy satisfactorias; sus cualidades personales y principios le distinguen de la mayoría de los trabajadores; su actuación con respecto al puesto es de mucha lealtad, responsabilidad y disciplina, acatando de manera responsable las exigencias de su puesto y normas y reglas de la empresa.

El 50%, corresponde a los trabajadores regulares que, en cuanto a calidad y cantidad, rinden a un nivel promedio; satisfactoriamente cumplen con sus relaciones interpersonales y de autoridad; muestra responsabilidad, lealtad y disciplina de manera satisfactoria.

Además, el 8% de los empleados se encuentra en el nivel inferior, estos son los trabajadores que se conducen con irresponsabilidad y/o indisciplina; con rendimiento debajo del promedio en el trabajo; inasistencias constantes a las labores; y con algunos conflictos de autoridad y en las relaciones sociales.

### Gráfica 1

*Resultados de la evaluación del personal*



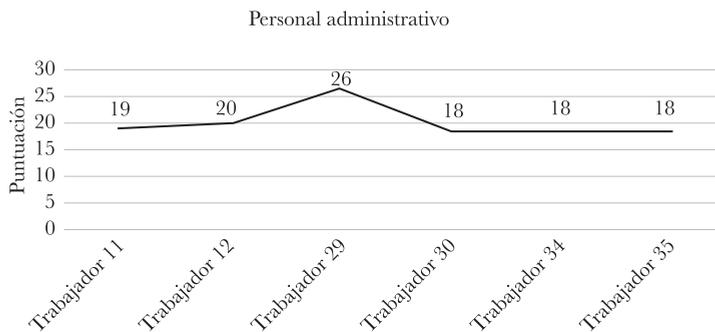
Fuente: elaboración propia.

Para tener una visión más clara de los resultados, las puntuaciones se han dividido de acuerdo con el departamento que corresponde cada persona, ya sea personal administrativo como se observa en la Gráfica 2, personal de ventas como se presenta en la Gráfica 3 y personal de servicio, observada en la Gráfica 4. En el caso del personal de servicio, este se ha dividido en camiones, autos, centro camionero y hojalatería y pintura. A continuación, se presentan las gráficas, resultado de la encuesta.

Del personal administrativo, el 83% se encuentra en el nivel regular, como se puede observar en la Gráfica 2.

## Gráfica 2

Resultados de la evaluación del personal administrativo

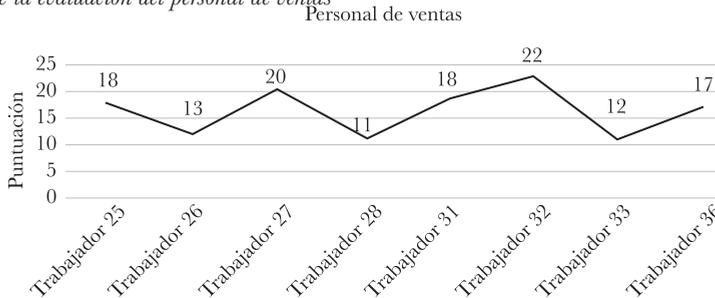


Fuente: elaboración propia.

En la Gráfica 3, se observa que el 50% de los trabajadores del área de ventas son evaluados en el nivel regular, y un 37.50% está evaluado en el nivel inferior.

## Gráfica 3

Resultados de la evaluación del personal de ventas

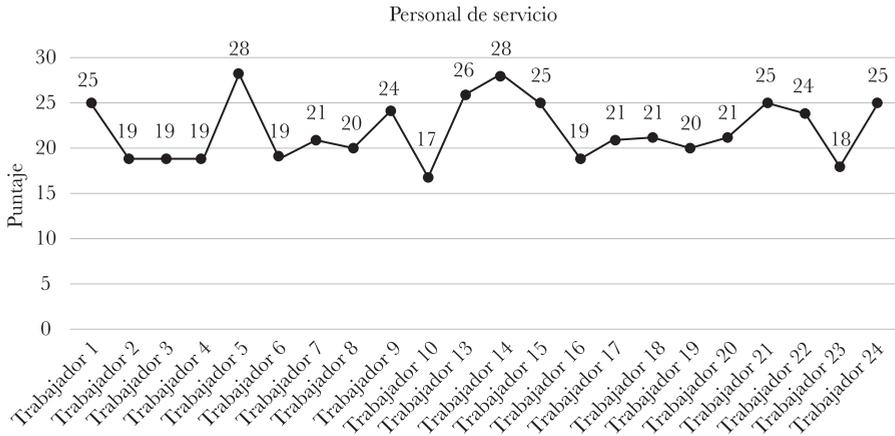


Fuente: elaboración propia.

La Gráfica 4 presenta la evaluación de todo el personal de servicio, en la que se puede observar que el 50% de los empleados es bueno, el 40.91% es regular y el 9.09% se encuentra en el nivel superior.

#### Gráfica 4

Resultados de la evaluación del personal de servicio

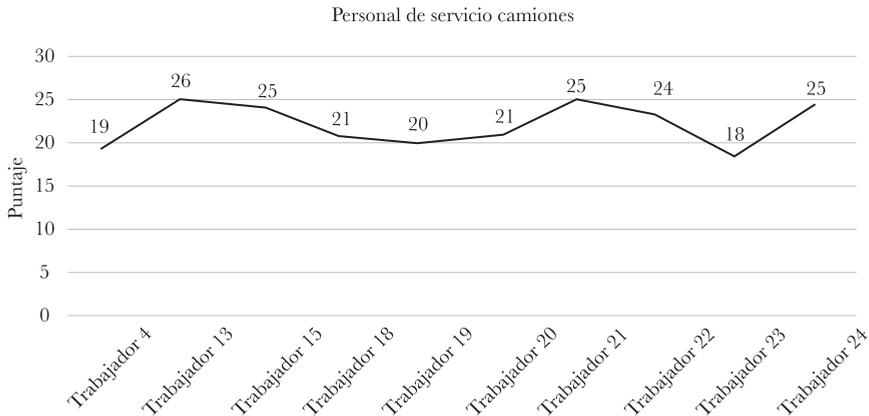


Fuente: elaboración propia.

Al separar las diversas áreas del Departamento de Servicios, en la Gráfica 5 se observan los resultados del personal del área de camiones, en la que el 70% de los trabajadores es bueno y el restante 30% es regular.

#### Gráfica 5

Resultados de la evaluación del personal de servicio del área de camiones

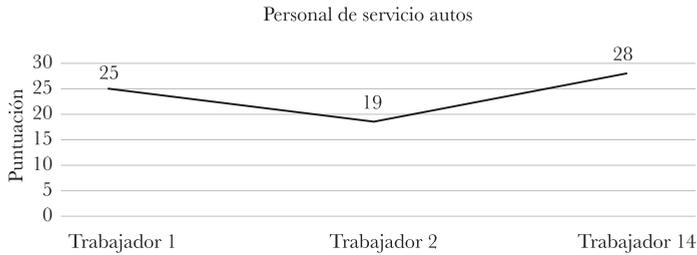


Fuente: elaboración propia.

De acuerdo con la Gráfica 6, el personal del servicio de autos está evaluado de manera equitativa en los tres niveles superiores correspondiente al 33.33% cada uno.

### Gráfica 6

Resultados de la evaluación del personal de servicio del área de autos

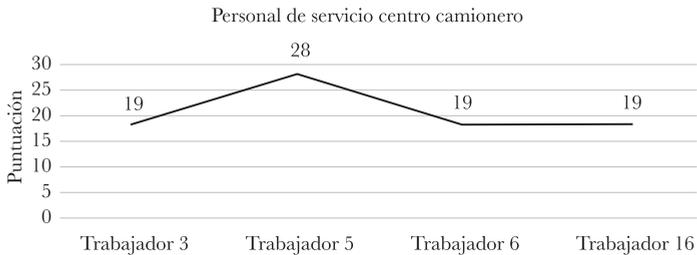


Fuente: elaboración propia.

La Gráfica 7 muestra que el 75 % de los trabajadores en el área de centro camionero son regulares y el 25 % cuenta con un nivel superior.

### Gráfica 7

Resultados de la evaluación del personal de servicio del área de centro camionero

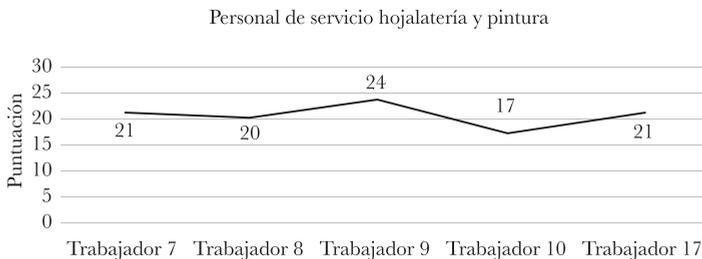


Fuente: elaboración propia.

En el área de hojalatería y pintura, se reporta el 60 % de trabajadores buenos y el 40 % regulares, como se presenta en la Gráfica 8.

### Gráfica 8

Resultados de la evaluación del personal de servicio del área de hojalatería y pintura

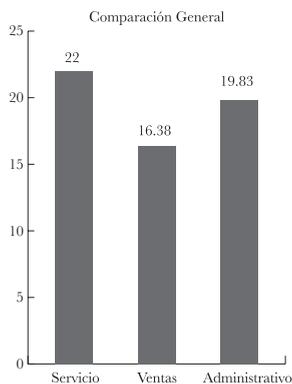


Fuente: elaboración propia.

Si se toman en cuenta los promedios por áreas, se pueden obtener las siguientes gráficas para objeto de comparación, como se puede observar en la Gráfica 9, en la que el nivel de desempeño de sus trabajadores es bueno y el de las áreas de ventas y administrativo es regular.

### Gráfica 9

*Comparación de los resultados de la evaluación de las tres áreas de personal*

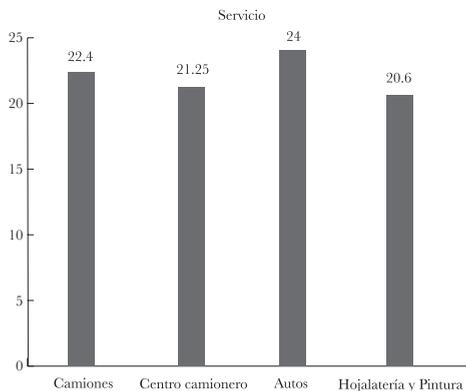


Fuente: elaboración propia.

Respecto a la división del área de servicios, en todas ellas, los trabajadores tienen un nivel bueno, como se puede observar en la Gráfica 10.

### Gráfica 10

*Comparativa de resultados de la evaluación del área de servicio*

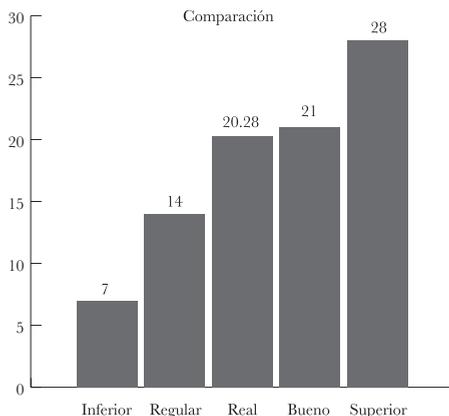


Fuente: elaboración propia.

El promedio de todo el personal se muestra en la Gráfica 11, para saber en qué clasificación se encuentra la empresa.

### Gráfica 11

*Comparación del promedio de los resultados y las escalas de la evaluación*



Fuente: elaboración propia.

### Conclusiones

Los resultados del formato de evaluación del personal arrojan que la mitad del personal tiene un desempeño regular; un 36% está en la categoría de bueno y un 6% y 8% como superior e inferior respectivamente. De estos datos se puede deducir que se tiene un 58% (más de la mitad) de personal en el que se debe centrar la atención para aumentar la calidad del servicio.

Se observa, que los puntajes más bajos se encuentran dentro del área de ventas, hay tres personas que su puntaje es inferior y este personal es de los más importantes al momento de proporcionar servicio a los clientes.

La evaluación arrojó que el principal problema es la actitud del personal, ya que se le da capacitación, pero solo en cuanto a conocimientos y cómo mejorar técnicamente su trabajo; dejando a un lado la capacitación en la parte de servicio y atención al cliente. Esto genera que el personal no tenga conocimiento de cómo dar un trato apropiado a los clientes y mucho menos como dar solución a sus necesidades.

Se sugiere que se proporcione capacitación con cursos de desarrollo personal y potencial humano, que aborden temas como administración de las nuevas empresas, *coaching*, asertividad en el manejo de conflictos, inteligencia emocional y trabajo en equipo. Después dar paso a la capacitación con enfoque a la atención del

cliente con temas como actitud creativa en el servicio, calidad en servicio al cliente y atención telefónica. La capacitación debe ser constante, ya que, si es una sola vez, puede ser que se tome como algo de moda y después dejarlo en el olvido. En este punto, podría iniciarse con una presentación de la forma de trabajar de las grandes organizaciones y cómo el éxito está en la atención al cliente que brindan.

Al realizar la evaluación del personal, se pudo constatar que existen muchos puestos de coordinador, lo que hace deducir que el personal de bajo mando tiene muchos jefes, lo que puede generar que haya confusión a la hora de seguir indicaciones, si los coordinadores no se ponen de acuerdo en el fin común al que deben llegar. Por otra parte, este diseño organizacional indica que no existe poder de decisión en los mandos bajos y solo se dedican a seguir órdenes.

De acuerdo con la bibliografía consultada, el dar un servicio de calidad aumenta las utilidades y genera rentabilidad, es un proceso que implica costos que muchas empresas no están decididas a realizar, sin embargo, queda demostrado que para cualquier empresa es vital retener a sus clientes, ya que los costos de satisfacer sus necesidades es menos que el costo de prospectar nuevos clientes.

Si ya se tiene conocimiento de que el problema principal en la empresa es la actitud del personal, esta se puede deber por falta de motivación, la mayoría del personal es pagado bajo el esquema de comisiones. Como primer paso se recomienda revisar dicho esquema para ver qué mejoras se pueden hacer para mantener satisfecho al personal en cuanto a sus remuneraciones, ya que no solo pagándole lo adecuado se le demuestra que su trabajo es valorado, también le ayuda a mejorar su calidad de vida, lo cual influye en mejorar tanto su vida familiar, social y laboral.

Actualmente se modificó el esquema de comisiones, a modo de reducirles el margen de utilidad a los vendedores, dicha acción no ayudó a mejorar las utilidades dentro de la empresa, ya que lo que se están ahorrando en pago a los empleados, lo están perdiendo en ventas; esto se debe a que los vendedores tienen un sueldo base y para generar lo que antes ganaban de comisión, ahora tienen que vender el doble, lo cual hace que salgan a ver nuevos clientes y se descuida a los que ya se atendían porque no creen que les compren seguido (esto se ha sabido porque los clientes se comunican para quejarse de que no los va a visitar el vendedor y cuando van a visitarlos, la competencia ya ganó mercado porque les ofrecían mejor precio y servicio), otros vendedores prefieren quedarse con lo de su sueldo base y no vender nada, ya que hacen un mínimo de esfuerzo y tienen su sueldo asegurado y no buscan ir más allá porque sienten que el esfuerzo que están haciendo por mejorar las ventas no les es retribuido de manera justa.

Lo mismo pasa con las comisiones del área de servicio, a los mecánicos se les paga la comisión con base en horas. Existe un tabulador donde cada trabajo tiene

asignado un número de horas. Pero para ellos que saben en cuánto venden ese servicio a los clientes, les parece injusto el número de horas que les asignan.

Para el personal administrativo, utilizar técnicas de reconocimiento del trabajo, realmente solo al personal de ventas se le reconoce y se deja a un lado al personal restante que tiene contacto directo con el cliente, que, aunque no son los que cierran las transacciones, contribuyen a la satisfacción del cliente, ya que muchas veces este departamento es la cara de la empresa, el primer contacto de los clientes con la organización.

El grupo al que pertenece la organización, cada seis meses hace un desayuno donde se reconoce al mejor vendedor de cada empresa de la división automotriz. Dentro de la empresa, siempre son reconocidas las mismas personas, ya que solo toman en cuenta al personal de ventas de unidades, dicho premio consiste en un bono económico de 10 mil pesos. Aunque no se compara vender una unidad con una refacción, todo el personal de ventas debería ser reconocido, al igual que el personal administrativo que tiene contacto directo con la clientela.

Aquí es donde entra otra de las recomendaciones, se puede invitar al personal y a los clientes a votar por el empleado del mes, para las personas que no aspiran a ganar una comisión, este aliciente sería un buen motivador para mejorar su desempeño con los clientes, de dar lo mejor de sí y ser reconocido por dicho desempeño. Esta acción no necesita de mucha inversión y puede ser un detonante para que haya una sana competencia entre los empleados para atender mejor a los clientes.

No hay que dejar de lado el clima organizacional, no solo basta con indicar a los empleados cómo deben tratar a los clientes y hacerlos cumplir estas políticas y castigarlos en caso de incumplir; se debe predicar con el ejemplo, el personal son los clientes internos de la organización, si los mandos directivos tratan a su personal como desean que el personal trate a los clientes externos, dicho personal entenderá que se espera que los clientes sean tratados de la misma forma en la que se les trata a ellos.

Aquí es donde entra un punto crítico dentro de la investigación, en gran medida el clima organizacional es el culpable de la actitud de los empleados, el gerente de la empresa no le da un trato apropiado al personal, es un directivo autoritario, que cuando una persona se equivoca, le gusta exhibirlo delante de sus compañeros, gritándole e insultándole. Esto genera que cuando él está en la oficina, haya un ambiente tenso, ya que cuando está enojado busca con quien desquitarse. Esta actitud ha hecho que la mayoría de los empleados trabajen piensen que no importa si hacen las cosas bien, nunca se les reconoce un buen trabajo.

Los altos mandos están sobrecargados de trabajo, ya que no delegan responsabilidades por el miedo de que ocurra un error. Esto ha hecho que todos los procesos de la empresa sean burocráticos, nadie puede tomar una decisión si no se

consulta antes con el gerente y si este se encuentra fuera de la ciudad, no se puede tomar la decisión hasta que el de su visto bueno.

El hecho de no poderle dar una pronta solución a los clientes cuando se presenta algún problema ha ocasionado que muchos ya no vuelvan. Al dedicarse la empresa mayormente al giro de servicios de unidades pesadas, los clientes no pueden tener mucho tiempo sus unidades paradas, ya que son su fuente de ingreso (la mayoría de los clientes son autobuses de pasaje, de carga, fleteros). Muchas veces mandan a los mecánicos en lo que se denomina *rescate* que consiste en ir a la carretera o negocio del cliente porque la unidad no se puede mover; los mecánicos no están capacitados ni tienen el poder para decidir si se les presenta un problema, para todo tienen que comunicarse a la empresa y esperar instrucciones en caso de que se les presente un problema. Como los mandos que le siguen también tienen que ver con el gerente cualquier acción a tomar, la toma de decisiones se hace en horas. Esto provoca que los clientes se desesperen al no tener respuesta sobre lo que se va a hacer.

Las recomendaciones para estructurar un cambio en la actitud de los empleados se pueden resumir en: capacitación con base en desarrollo humano y servicio al cliente, revisar el esquema de comisiones, implementar programas de incentivos y dar un trato digno a los empleados.

Como punto final, las ventas y la actitud de los empleados están relacionadas: si el personal está a gusto en su trabajo y sabe cómo tratar a sus clientes y darles más de lo que esperan, estos regresarán y atraerán más clientes al recomendar a la empresa, lo que redundará en un incremento de las ventas.

## Referencias

- Cansado, D. (2005). *Claves para la Gestión Comercial en la Pequeña Empresa. ¿Qué es Vender?* <http://www.gestiopolis.com/canales5/mkt/clavegespm.htm>
- Cronin Jr., J. y Taylor, S. (1994). *SERVPERF versus SERVQUAL: reconciling performance-based and perceptions-minus-expectations measurement of service quality*. *Journal of marketing*, 58(1), 125-131.
- González, M. E. (2012). *Presupuesto de Ingresos*. [www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/presuiegresomaria.htm](http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/fin/presuiegresomaria.htm)
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación* (Vol. 4, pp. 310-386). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Johnson, R., Tsiros, M., y Lancioni, R. (1995). Measuring service quality: a systems approach. *Journal of Services Marketing*, 9(5), 6-19
- Narváez, H., Bauz, I., Rivas, H., y Medranda, J. (2019). Trade marketing como estrategia de posicionamiento empresarial. *Revista de ciencias sociales*, 25(1), 130-145.
- Parasuraman, A., Zeithaml, V., y Berry, L. (1988). SERVQUAL: A multiple-item scale for measuring consumer perceptions of service quality. *Journal of Retailing*, 64(1), 12-40.

- \_\_\_\_\_. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. *Journal of marketing*, 49(4), 41-50.
- Pereda, M. y Berrocal, A. (2001). *Gestión de recursos humanos por competencias*. España: Centro de estudios Ramon Areces.
- Powpaka, S. (1996). The role of outcome quality as a determinant of overall service quality in different categories of services industries: an empirical investigation. *Journal of services Marketing*, 10(2), 5-25.
- Teas, R. (1993). Expectations, performance evaluation, and consumers' perceptions of quality. *Journal of marketing*, 57(4), 18-34.
- Tschohl, J., y Franzmeier, S. (1994). *Alcanzando la excelencia mediante el servicio al cliente*. Ediciones Díaz de Santos.

*La ingeniería aplicada en el noreste de México*, de Ricardo Tobías Jaramillo, Rocío del Carmen Vargas Castilleja y René Bernardo Elías Cabrera Cruz, coordinadores, publicado por la Universidad Autónoma de Tamaulipas, se publicó de manera digital en diciembre de 2022 mediante la Universidad Autónoma de Tamaulipas y Ediciones Coyoacán, S.A. de C.V. Av. Hidalgo No. 47-B, Colonia Del Carmen, Alcaldía de Coyoacán, 04100, Ciudad de México. La revisión y diseño editorial correspondieron al Consejo de Publicaciones UAT.

La ingeniería es pilar del desarrollo de la sociedad, y se demanda cada vez más para satisfacer las necesidades del ser humano, mejorando así la calidad de vida.

En esta obra se abordan temas de ingeniería aplicada con un enfoque multidisciplinario consistente en la búsqueda de mejoras para los sistemas de producción industrial, se revisan normativas para la reutilización de materiales, la mejora de rendimientos y la aplicación de análisis de responsabilidad social que mejoren la calidad en los servicios ofrecidos por las empresas, al tiempo que se pone la tecnología al alcance de las personas mayores, se previene la vulnerabilidad social ante fenómenos hidrometeorológicos, se utiliza el georradar para localizar infraestructura subterránea y se implementan sistemas de gestión en la seguridad y salud en el trabajo.

En cada capítulo se desarrollan y describen los materiales y métodos utilizados, mediante el análisis de resultados que evidencian la aplicación de técnicas novedosas en las diversas áreas de la ingeniería.

Estamos seguros de que en su conjunto estas aportaciones serán del interés de alumnos, maestros e investigadores, incentivando así al desarrollo de aplicaciones de la ingeniería y tecnología, para incidir directamente en el bienestar del ser humano, mientras se promueve la mejora continua en las empresas industriales contribuyendo a tener procesos más eficientes con excelencia y competitividad en su entorno.

ISBN UAT: 978-607-8888-09-2

ISBN Fontamara: 978-607-736-791-8



**Consejo de  
Publicaciones**

