

Impacto de la Gestión de calidad en la productividad, una perspectiva desde la norma IATF-16949

Impact on Productivity Quality Management, a perspective from the IATF-16949 standard

Leoncio Baltazar Baltazar-Jiménez, Maribel Cárdenas Parrales, Manuel Alejandro Gutiérrez González

Fecha recepción 30 de abril de 2022. Fecha de aceptación 15 de octubre de 2022.

Resumen

El objetivo de esta investigación es analizar el impacto en el nivel de productividad en una empresa prototipo del sector eléctrico automotriz clasificada en el apartado 335920 del Sistema de Clasificación para América del Norte (INEGI, 2018), con motivo de la adopción de la norma IATF-16949. La estrategia metodológica es cuantitativa, se desarrolló a partir de un estudio comparativo mediante un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95% ($\alpha=0.05$) para los indicadores de desperdicio, disponibilidad operacional, cumplimiento de especificaciones y entregas a tiempo. Entre los principales hallazgos, se corroboró que un sistema de gestión de calidad vinculado a herramientas de control bajo la norma automotriz IATF-16949, mejora la productividad organizacional e incrementa el Índice General de Productividad, condición que favorece a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso.

Palabras clave: Productividad, gestión, calidad, proceso, índice de productividad.

Código JEL: L11, L15, M1, M11

Abstract

The objective of this research is to analyze the implications on the level of productivity in a prototype company of the automotive electrical sector classified in section 335920 of the Classification System for North America (INEGI, 2018), due to the adoption of the IATF-16949 standard. The methodological strategy is quantitative, with a correlational scope and experimental design; it was developed from a comparative study using an analysis of variance with a significance level of 95% ($\alpha=0.05$) for the indicators level of waste, operational availability, compliance with specifications and on-time deliveries. Among the main findings, it was corroborated that a quality management system linked to control tools under the automotive standard IATF-16949, improves organizational productivity and increases the General Productivity Index, a condition that favors the detection, prevention and treatment of critical control points in all phases of the process.

Keywords: Productivity, management, quality, process, productivity index.

JEL Code: L11, L15, M1, M11

•••••

I Universidad Tecnológica de Querétaro. Doctor en Administración por la Universidad de Autónoma de Querétaro. lbaltazar@uteq.edu.mx.

ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-8579-1854>

II Universidad Tecnológica de Querétaro. Maestra en administración por la Universidad Autónoma de Querétaro. mcardenas@uteq.edu.mx.

ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-3780-5860>

III Universidad Tecnológica de Querétaro. Maestro en Administración por la Universidad Popular Autónoma de Puebla y Doctor en Ciencias Humanas por el Centro Universitario de la Ciudad de México (UCIME). alejandro.gutierrez@uteq.edu.mx.

ORCID. <https://orcid.org/0000-0002-0799-5421>

Introducción

De acuerdo con el Instituto Mexicano de Competitividad (IMCO) (2021), el Estado de San Luis Potosí, México, se ubica en un nivel de competitividad medio alto de acuerdo con sus seis rangos de clasificación por entidad federativa publicados por dicho organismo. Para esta entidad, la industria automotriz es uno de los principales motores de desarrollo, siendo la dedicada al plástico la principal actividad de proveeduría OEM,¹ no solo para la entidad sino para toda la región. Los Censos Económicos publicados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) (2019), reportan para San Luis Potosí en lo referente a la industria automotriz una producción total fija anual equivalente a los 464,434.831 millones de pesos y una ocupación de 79,000 puestos de trabajo directos, así como una participación del 7.3% del Producto Interno Bruto para el país.

Sin embargo, a pesar del dinamismo económico del que goza esta industria, también es cierto que enfrenta retos y desafíos acuciantes, pues el entorno global y el incipiente nivel de competitividad empresarial han empujado al sector automotriz a la innovación y mejora de sus procesos, siendo la creación de valor organizacional una constante que prima en las oportunidades de negocio. Los requerimientos actuales del mercado para este sector ya no privilegian únicamente los aspectos atribuibles al producto, sino que también demandan el cumplimiento de actividades de valor añadido como parte de su trazabilidad, aprovisionamiento y distribución, sin dejar de lado su nivel de productividad organizacional.

En México, la industria automotriz es considerada un eslabón importante de la economía nacional. De acuerdo con los Censos Económicos 2021 (INEGI, 2021), esta actividad contribuye con un 19.8% del PIB manufacturero del país, de manera que, a nivel internacional, nuestro país se ha posicionado como el octavo productor de vehículos en el mundo. En este mismo sentido la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA, 2021) reporta para este sector una ocupación de un millón de empleos directos y un millón de empleos indirectos.

La industria automotriz es un segmento que siempre se ha mantenido en constante evolución y cambio tecnológico, las demandas actuales y los temas de innovación trascienden al producto y trastocan actividades de valor añadido en aprovisionamiento, esquemas de distribución y niveles de productividad. En respuesta a estas demandas la norma de gestión de calidad IATF-16949² surge como una oportunidad de negocio, toda vez que aspira a facilitar la mejora continua de los procesos enfatizando la prevención de defectos y la mejora de la productividad como parte de la reducción de la variación y del desperdicio en la cadena de suministro.



1 OEM (*Original Equipment Manufacturer*), es un fabricante de equipos originales con capacidad para confeccionar componentes para otras empresas bajo especificaciones precisas de la firma solicitante. La distinción OEM aplica principalmente para la industria de autopartes.

2 IATF (*International Automotive Task Force*) es una norma orientada a definir las mejores prácticas en el diseño, desarrollo, servicio y fabricación de componentes relacionados con la automoción. Esta norma surgió en 2016 y sustituyó a la norma ISO/TS16949.



En respuesta a estas condiciones, algunas empresas del sector automotriz, en el afán de exceder su desempeño productivo, así como los estándares de satisfacción del cliente y aumentar las oportunidades de negocio, incorporaron la norma IATF-16949, adaptando los procesos que hasta el año 2016 estaban incorporados en la norma ISO/TS 16949 versión 2009. Con este cambio, las empresas del sector han centrado sus esfuerzos en obtener reconocimiento del proveedor, demostrando con ello la conformidad con los requisitos del cliente, además de que se mejoraron sus procesos productivos.

La importancia de los sistemas de gestión de calidad vinculados a los procesos de producción y operación del sector de automoción como herramientas para potenciar la productividad y competitividad de las empresas, ha sido ampliamente estudiada. Para Bakkali (2015), la Norma UNE-ISO/TS16949 además de lograr la conformidad del cliente, ha garantizado que los componentes, piezas y sistemas de seguridad del automóvil cumplan con la reglamentación aplicable, situación que ha favorecido el progreso continuo de los productos y el establecimiento de mejores precios con motivo de la productividad, así como la investigación y el desarrollo de nuevos componentes que influyen en la seguridad del propio vehículo y su entorno.

Para el desarrollo de este trabajo se recurrió como unidad de estudio a una empresa productora y proveedora de partes eléctricas con recubrimiento plástico para la industria automotriz. Esta empresa es parte importante del clúster propio de esta manufactura ubicado en la ciudad de San Luis Potosí, México. El proceso de producción que sirve de base para la fabricación de recubrimientos plásticos en las partes eléctricas se realiza mediante un conjunto de líneas de mezclado de compuestos aislantes a base de poliolefinas,³ a través de un extrusor continuo tipo Buss 10-14. La capacidad total actual es aproximadamente de setenta toneladas mensuales, que potencialmente puede ser incrementada si se mejoran los niveles de productividad y se optimiza su funcionamiento.

Desde el inicio de sus actividades en el año 2000, la planta estudiada realizó el proceso de mezclado de un único compuesto, sin embargo, a partir del año 2015 y por la tendencia mundial hacia el uso de las poliolefinas, surgió la necesidad de incrementar la variedad de compuestos mezclados, así como asegurar la calidad de estos, garantizando en todo momento niveles de productividad, calidad del producto y satisfacción del cliente.

Es menester hacer notar que los procesos de I+D vinculados a los procesos productivos de la industria del plástico han detonado en el desarrollo de nuevos materiales, tales como las poliolefinas, los cuales además de ser innovadores y cumplir con los estándares de resistencia y calidad, también resultan amigables con el medio ambiente y seguros para las personas. El empleo de estos componentes se ha incorporado a la industria automotriz, así como a la de la construcción en la fabricación de tuberías, y recientemente, se ha vuelto parte de las cadenas de suministro a través del uso de películas, bolsas plásticas y embalajes.

Con motivo de lo anteriormente expuesto, es que se estudia el papel de la Norma IATF-16949 en el nivel de productividad organizacional, la calidad del producto, la conformidad del cliente y el cumplimiento de la reglamentación aplicable. Frente a esto, las preguntas que surgen y guían este trabajo de investigación, son: ¿cuál es el impacto en la productividad organizacional con motivo de la adopción de la Norma IATF-16949? y, ¿cómo se ha caracterizado este proceso?

.....

³ Las poliolefinas son polímeros sintetizados a partir del etileno. En esta categoría se incluyen todos los materiales plásticos sintetizados a partir de hidrocarburos alifáticos de cadena corta (olefina). Se trata de un material innovador ampliamente usado en el sector de automoción.



Si bien, hasta ahora los diversos estudios en torno a los sistemas de gestión de la calidad vinculados a los procesos productivos han estado centrados en el cumplimiento de los requerimientos del cliente y la conformidad del producto, las condiciones actuales de negocio, al igual que los desafíos corporativos en materia de ética, legalidad, medio ambiente y sostenibilidad, han marcado la pauta para estudiar las implicaciones que los sistemas referidos tienen en la productividad organizacional. En este sentido, la norma IATF-16949 emerge como una opción integral con capacidades de gestión, prevención, contención y responsabilidad social; todas ellas vinculadas al avance de la productividad e innovación.

Por tanto, la contribución teórica del presente texto está centrada en aportar evidencia sobre las implicaciones que la adopción de la norma IATF-16949 tiene en la productividad organizacional y los rendimientos en innovación y mejora de los procesos. Si bien, la norma IATF-16949 contempla la prevención de riesgos como un elemento clave en la mejora de la calidad de los procesos, para efectos de este trabajo los esfuerzos se enfocaron en el incremento de la conformidad del cliente y, por ende, en la mejora de la productividad.

Guía teórica

1.1 Sistemas de gestión de calidad

La calidad total y la cultura del mejoramiento continuo se encuentran inscritos en la “Teoría de las organizaciones” como elementos estratégicos para el diseño de metas organizacionales, cuya inclinación está orientada en alcanzar la mayor satisfacción de clientes o usuarios de productos y servicios. En este sentido, se sabe que la implantación de un sistema de gestión de calidad tiene un papel transformador, toda vez que otorga un valor agregado en productos y servicios, impactando la eficiencia organizacional, la mejora continua, la optimización de recursos y el aumento del desempeño.

Para Tarí *et al.* (2012), las motivaciones que impulsan a las organizaciones para adoptar un sistema de gestión de calidad son de naturaleza interna o externa; las primeras se encuentran relacionadas con la fiabilidad de las operaciones, la mejora de los procesos, la reducción de costos, el aumento de la productividad y la eliminación de errores, mientras que dentro de las segundas, se ubica la satisfacción de clientes, la disminución del número de quejas y reclamaciones, el cumplimiento del reglamento aplicable a la industria, entre otras. En definitiva, los beneficios de la implantación de un sistema de calidad están directamente relacionados con resultados de naturaleza financiera, operativa y comercial (Casadesús y Karapetrovic, 2005).

La evidencia empírica sugiere que las empresas que han adoptado los sistemas de gestión de calidad como parte integral de sus procesos, reportaron numerosos beneficios. Para la Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR) (2008), la implantación de los sistemas de gestión de calidad en las empresas trae consigo un incremento en la satisfacción de los clientes a través de la generación de productos y servicios conforme a sus necesidades y expectativas; en tanto que para Sampaio *et al.* (2009), la vinculación de un sistema de gestión de calidad a los procesos de la compañía, reporta beneficios de carácter comercial y de mejora en la imagen corporativa, lo que se traduce en confianza y un aumento en los contratos de ventas.

En el año de 1947, surgieron las normas ISO (*International Organization for Standardization*) con el propósito de homologar los esfuerzos orientados a mejorar y estandarizar las acciones dirigidas al crecimiento de la calidad de los productos y con ello, la satisfacción del



cliente. Esta organización agrupó por primera vez a 160 países en una federación mundial que reunía a todos los Organismos Nacionales de Normalización. Posteriormente, en 1980, dicha federación designó Comités Técnicos y con ello una familia de normas que se convirtieron en el lenguaje universal de todos los sistemas de calidad; así, finalmente, en 1987, se publicaron por primera vez las Normas ISO 9000, y en 1994 las Normas ISO 9001, ambas otorgantes del sello de conformidad por el Sistema de Gestión de Calidad de producción de productos o servicios (ISO, 2018).

Más adelante, en 1999, como respuesta a la necesidad de una norma de gestión de calidad uniforme y aplicable exclusivamente a los proveedores de la industria automotriz de todo el mundo, la *International Automotive Task Force* (IATF) desarrolló la norma ISO/TS 16949:2002, la cual incluía a la ISO 9000 y en 2002 fue revisada para alinearla con la ISO 9001:2000, de forma que cumpliera con todos los requisitos específicos del sector automotriz, de acuerdo con las normas de calidad estadounidense QS9000, la alemana VDA 6.1, la EAQF francesa y la italiana AVSQ. Hoy se sabe que la certificación de estas especificaciones técnicas proporciona un reconocimiento global para todos los proveedores de la industria automotriz alrededor del mundo. La norma ISO/TS 16949 estuvo vigente hasta 2016, cuando fue sustituida por la actual norma IATF-16949 en su primera versión del mismo año.

1.1.1 Norma IATF-16949

En virtud de los cambios y exigencias que ha sufrido la industria automotriz, en octubre de 2016 se publicó una amplia actualización a la norma de calidad del sector ISO/TS 16949:2009, dando como resultado el surgimiento de la norma IATF-16949:2016, que vino a sustituir a la primera. Con esta actualización, la *International Automotive Task Force* (IATF) alineó la norma con la versión más reciente de la regulación de gestión de calidad ISO 9001:2015, por lo que se aduce que la IATF-16949 no es una norma única, sino que debe ser implementada en conjunto con la ISO 9001. La IATF-16949 se caracteriza por el énfasis realizado en la mejora continua de los procesos, la prevención de defectos, la reducción de variaciones y desviaciones, así como el cumplimiento de los requisitos del cliente de forma efectiva.

Los esquemas de proveeduría OEM exigen la certificación IATF-16949 como requisito previo al contrato; de esta forma, un proveedor con un certificado de tal índole queda registrado automáticamente en la correspondiente base de datos mundial. Los fabricantes de equipos originales (OEM) recurren a esta base de datos para establecer relaciones de negocio de manera que se salvaguarden sus sistemas de calidad y se dé cumplimiento a los requerimientos de la industria automotriz. Dentro de los beneficios que se han observado con motivo de la certificación en la norma IATF-16949 se encuentran los siguientes: mejora en los procesos y calidad de los productos, reducción de segundas y terceras auditorías a los procesos, incremento de la confianza en los procesos de licitación de contratos de abastecimiento global, ampliación de la credibilidad como parte de los procesos de licitación de contratos de aprovisionamiento, reducción de desviaciones de producción y mejora de la eficiencia en la fabricación.

1.2 Productividad organizacional

La dinámica organizacional y los procesos de globalización han empujado a las empresas a la búsqueda de un alto nivel competitivo, lo que significa alcanzar mejores posiciones de mercado frente a sus competidores; sin embargo, la competitividad es un tema amplio y complejo, dado su carácter multifactorial (Saavedra *et al.*, 2013). En este sentido, se puede decir que no hay



competitividad sin productividad, pues así queda demostrado en el modelo de Competitividad Sistémica del Instituto Alemán de Desarrollo (Esser *et al.*, 1996), el cual reconoce a la productividad como un elemento impulsor de la competitividad en el nivel micro.

La productividad como consecuencia del desempeño organizacional tiene que ver con los resultados que se obtienen de un proceso o un sistema respecto de los recursos utilizados durante el procedimiento, en términos generales se dice que la productividad se mide por el cociente formado por los recursos logrados *versus* los recursos empleados. La teoría administrativa con enfoque a los procesos productivos hace relación directa a dos conceptos: eficacia y eficiencia, quedando representada la primera por la relación entre el resultado alcanzado y los medios utilizados, mientras que la eficacia representa el grado en que se desarrollan las actividades programadas en términos de los resultados planeados. Para la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (2016), la productividad se define como el uso eficaz de la innovación y los recursos para aumentar el agregado añadido de productos y servicios.

La importancia de estudiarla y medirla radica fundamentalmente en su capacidad para impulsar el crecimiento económico organizacional (OCDE, 2014), ya que la evidencia empírica sugiere que elevar los niveles de productividad trae consigo mayor competitividad empresarial. Para Medeiros *et al.* (2020), esta involucra al menos tres factores a considerar como puntos clave en este proceso: cambio tecnológico, eficiencia y ahorros reales en los costos de producción. Esto significa que la productividad refleja los niveles de eficiencia con los que las empresas obtienen un determinado valor de producción, utilizando el mínimo de recursos requeridos dadas las condiciones tecnológicas y los sistemas de gestión adoptados como parte de los procesos.

Existen diferentes formas de medir la productividad, aunque el criterio y el parámetro de medida obedecen al objetivo con que se efectúa la disponibilidad de información. La medición se clasifica entre las que se encaminan a determinar la productividad de un factor individual (relación entre la medición de un producto y un solo insumo) o de múltiples factores (relación entre las mediciones del producto y un grupo de insumos) (OCDE, 2015).

A nivel estadístico y derivado de criterios matemáticos se han desarrollado diversos indicadores o parámetros para medir la productividad, no obstante, en términos generales la productividad es evaluada en términos de capacidad o habilidad de un procedimiento (Cpk), también conocido como indicador de capacidad de un proceso. Este indicador mide la variación natural de este para una dada característica de calidad, comparando protocolos y detectando oportunidades de mejora. Determinar que un proceso cumple con especificaciones de superioridad significa que las mediciones deben ser iguales a cierto valor nominal o ideal (N), o al menos tienen que estar dentro de los detalles inferior (Ei) y superior (Es). La fórmula que representa el Índice de Capacidad Potencial del Proceso (Cpk) queda representada por la expresión $Cpk = (Es - Ei) / 6\sigma$.

1.3 La Norma IATF-16949 y la productividad organizacional

La industria automotriz es un sistema complejo, de alta tecnología y exactitud en sus procesos, por lo que mantener niveles óptimos de productividad que se traduzcan en posiciones competitivas obliga a la industria al uso de herramientas de apoyo. Para el ramo industrial de automoción la adopción de la norma IATF-16949 se ha convertido en un requisito, toda vez que confiere al cliente confianza y fiabilidad mediante la incorporación de prácticas acordadas



y reconocidas de forma internacional para la gestión de la calidad en el sector automotor. Esta norma establece de manera semántica un lenguaje común para tratar distintos negocios y proveedores de todo el mundo, a la vez que facilita la mejora continua y sistematiza la calidad en todos los procedimientos.

En este sentido los trabajos de Moreira *et al.* (2018) y Guariente *et al.* (2017), han coincidido en establecer que la competitividad en la campo automotriz es fuerte, se habla de un mercado en donde las empresas además de ser competitivas deben mantener sistemas de gestión eficaces. Para estos autores, la norma IATF-16949 se constituye como un aliado en los procesos al conferir valores añadidos a las diferentes etapas productivas, garantizando con ello la satisfacción del cliente y el cumplimiento de especificaciones de la industria.

De igual forma, un estudio realizado por Vázquez *et al.* (2019) en el estado mexicano de Aguascalientes, situado dentro de tres parques industriales, permitió reconocer que la transición de la normas TS-16949 a la IATF-16949 en las empresas de la zona les confirió ventajas en lo relativo a un incremento en la confianza con el cliente, una mejora significativa en la calidad del producto, una reducción en las devoluciones del producto y, finalmente, una disminución significativa de auditorías por parte del consumidor. Además, se pudo constatar que la herramienta más utilizada para el análisis de riesgo es el AMEF.

La evidencia empírica ha podido constatar los impactos que trae consigo gestionar la calidad de los procesos y por ende los productos. Para Asato *et al.* (2022), un estudio aplicado a doce macro procesos de una empresa del sector automotriz en la entidad de Guanajuato, México, reveló que la adopción de la norma IATF-16949 reportó una mejora del 61% en el desempeño global de la empresa con motivo de la identificación de fallas potenciales en el mercado, identificadas por medio del Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF). Para estos autores, el modelo integral de gestión de la calidad mediante la norma IATF-16949 coadyuva a la alta dirección en el seguimiento de los indicadores y las partes críticas del proceso.

2. Diseño y proceso metodológico

Este texto se relaciona específicamente con la norma de calidad IATF-16949 y su ejercicio en la industria automotriz en San Luis Potosí, México. El hecho social que da sustento a este estudio permite reconocer desde un aspecto teórico a los sistemas de calidad, particularmente a la norma IATF-16949 como un impulsor de la productividad y competitividad organizacional, asumiéndose que su ejercicio, vinculado a los protocolos productivos en la empresa, supone un rendimiento en la mejora continua y la prevención de defectos, así como una reducción en la variación y desperdicio en la cadena de suministro.

La estrategia metodológica adoptada para este trabajo es cuantitativa y se basa en un estudio de caso, con lo que aspira a la observación de la unidad de análisis como un sistema cerrado, considerando su problemática global y privilegiando las variables de estudio, así como su relación con el contexto (Creswell, 1994). A pesar de que la estrategia utilizada limita la generalización de resultados, el caso de estudio seleccionado corresponde a una de las tres empresas ubicadas en San Luis Potosí que conforman el apartado 335920 del Sistema de Clasificación para América del Norte (SCIAN) (INEGI, 2021), correspondiente a la fabricación de cables de conducción eléctrica. Esta empresa se caracteriza por ser líder en el sector eléctrico nacional, además de pertenecer a uno de los grupos industriales más grandes de México. La im-



portancia de estudiar a este ramo industrial radica fundamentalmente en que, en el año 2020, ocupó el quinto lugar en exportaciones de manufacturas eléctricas con un 3.43% del total del sector, lo que representó un valor equivalente a \$1,058,024,754 USD y, a nivel nacional, una fuente de empleo para 17,127 personas en el año 2018 (CANAME, 2018). Por cuestiones de confidencialidad y a petición de la empresa se omite su nombre, así como los datos específicos que la refieren.

Dada la naturaleza de la investigación, se permite el desarrollo inductivo de una teoría al ser posible cuantificar el papel de los sistemas de gestión de calidad, en específico la norma IATF-16949 en la productividad organizacional. Al mismo tiempo, se logra el desarrollo deductivo a través de la caracterización de dicha productividad con motivo del ejercicio de norma IATF-16949 en los procesos operativos. El horizonte temporal considerado fue el año 2021 y los indicadores corresponden a los resultados de los ejercicios 2019, 2020 y 2021.

Para efectos de este trabajo se define la norma IATF-16949 como el conjunto de criterios de estandarización cuyos requisitos constituyen un impulsor de la mejora continua, la prevención de defectos y la reducción de impactos en la cadena de suministro. Por su parte, la productividad se define como la medida económica resultante de la comparación entre los bienes o servicios producidos respecto de los materiales o recursos utilizados, considerando los diversos factores asociados al procedimiento.

La productividad tiene que ver con los resultados obtenidos en un proceso o sistema, por tanto, incrementarla implica elevar la efectividad organizacional. Tradicionalmente se recurre al uso de métricas como herramientas de gestión empresarial para evaluar el rendimiento y la eficiencia de los protocolos. En la tabla 1, se muestran a nivel de variable los indicadores encargados de medir el desempeño y sus áreas de impacto en la planta de mezclado.

TABLA 1. MODELO TEÓRICO DE LOS INDICADORES DE GESTIÓN PARA LA PRODUCTIVIDAD Y LA CALIDAD

Variable	Herramienta / Indicador	Impacto
1 Norma IATF-1949	AMEF de Procesos	Predicción de fallas
	CTQ (<i>Critical To Quality</i>)	Satisfacción del Cliente
	QFD (<i>Quality Function Deployment</i>)	Especificaciones del cliente y mercado
	CSR (<i>Customer Specific Requirements</i>)	Cumplimiento de estándares de la industria
2 Productividad KPI*	Capacidad productiva	Competitividad y desempeño organizacional
	Nivel tecnológico	Mejora de los procesos corporativos
	Rentabilidad	Desempeño corporativo
	Satisfacción del cliente	Posición de mercado y aceptación del cliente

KPI* (*Key Performance Indicator*)

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LA NORMA IATF-16949 Y LOS INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD (KPI).



Con el propósito de cuantificar el impacto de la norma IATF-16949 en la productividad de la empresa se recurrió a un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software estadístico Minitab,⁴ considerando un nivel de significancia del 95% ($\alpha= 0.05$). Con esta herramienta se aspira a identificar las diferencias entre los resultados de los procesos de mezclado respecto de los años 2019 al 2020.

Las hipótesis de trabajo para este ejercicio comparativo quedaron expresadas de la siguiente forma:

Ho = No existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores.

Ha = Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores.

Como parte de las actividades desarrolladas en la planta de compuestos y a partir de la identificación de oportunidades de mejora por medio de la metodología CTQ (*Critical To Quality*) se reconocieron cuatro criterios que se consideran importantes para la empresa, toda vez que representan las necesidades y especificaciones del cliente, además de que sirven para la medición de los niveles de productividad en la planta: nivel de desperdicio (ND), disponibilidad operacional (DO), cumplimiento de especificaciones (CE) y entregas en tiempo (ET); todos ellos encaminados a la determinación del índice global de productividad (IGP) correspondiente al proceso de mezclado antes y después de la adopción de las herramientas de control impuestas por la norma IATF-16949.

3. Resultados

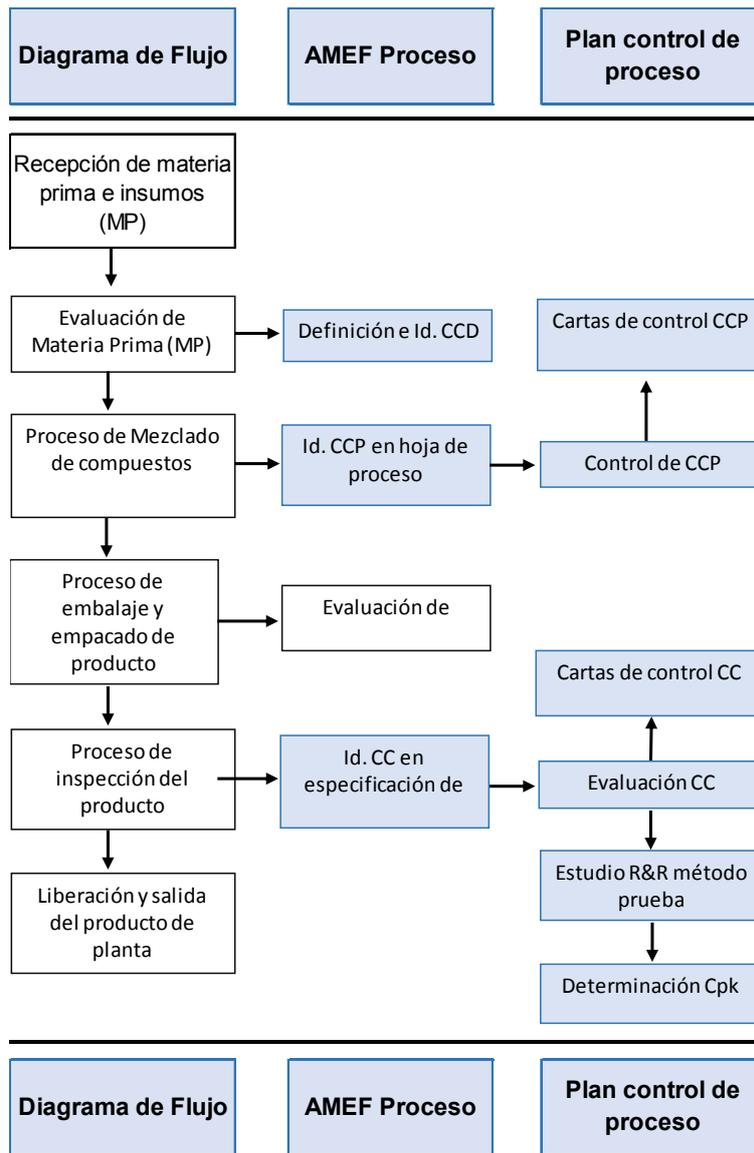
El modelo de trabajo adoptado en la planta de compuestos se muestra en la figura 1, donde los recuadros en azul indican el aporte de las novedosas herramientas de control adoptadas con motivo de la incorporación de la norma IATF-16949. Dicho modelo se caracteriza por ser dinámico, la representación gráfica permite reconocer que todas las actividades están vinculadas a tres nuevos instrumentos: el diagrama de flujo (describe el funcionamiento de todo el proceso de mezclado, desde la recepción de materias primas hasta la liberación de los compuestos), el AMEF de proceso-análisis de modos y efectos de falla (este se diseñó con base en la experiencia y conocimiento acumulado por parte de todo el personal involucrado con el proceso, a la vez que identifica y prioriza los problemas y riesgos con base en su ocurrencia, severidad y capacidad de detección de los mismos) y, finalmente, el plan de control (indica las acciones a tomar para la prevención, tratamiento y contención de los riesgos). Estas herramientas contribuyeron a la identificación, medición y control de las características críticas de diseño (CCD), de proceso (CCP) y de producto (CC).



4 Minitab® es una marca registrada de Minitab Inc. Es un programa de cómputo especializado en funciones estadísticas básicas y avanzadas que se utilizó en todos los cálculos de este trabajo.



FIGURA 1. MODELO DE TRABAJO PROPUESTO PARA LA PLANTA DE COMPUESTOS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS ACTIVIDADES INCORPORADAS A PARTIR DE LA ADOPCIÓN DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE PROCESO.

La aportación de las herramientas de control adoptadas con motivo de la incorporación de la norma IATF-16949 a la planta queda descrito en la tabla 2.



TABLA 2. ACTIVIDADES INCORPORADAS A PARTIR DE LA ADOPCIÓN DE LA NORMA IATF-16949 A LOS PROCESOS

HERRAMIENTA	APORTACIÓN
Diagrama de flujo	I. Descripción y visualización detallada del proceso de mezclado. II. Numeración de cada etapa del proceso.
Especificación numerada	I. Identificación de todos los requisitos a cumplir. II. Identificación de características críticas de diseño (CCD). III. Identificación de características críticas de producto (CC).
AMEF de Proceso	I. Identificación y clasificación de los riesgos con base en su ocurrencia, severidad y detección. II. Identificación de características críticas del proceso (CCP). III. Herramientas para la gestión del conocimiento y lecciones aprendidas. IV. Actualización de hojas de proceso indicando control de CCP.
Plan de control	I. Definición de líneas de acción para cada riesgo detectado II. Elaboración de instrucciones de proceso. III. Elaboración de procedimientos de operación de la línea.
Gráficos de control	I. Graficar CC, CCP para seguimiento y evaluación. II. Toma de acciones preventivas.
Cpk	I. Asegurar control de proceso. II. Definición de los valores de CC en especificación.
Estudios R & R	I. Confiabilidad de las mediciones.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS ACTIVIDADES INCORPORADAS A PARTIR DE LA ADOPCIÓN DE HERRAMIENTAS DE CONTROL DE PROCESO.

Los resultados encontrados permiten reconocer que la implementación de las herramientas de control adoptadas a partir de la norma IATF-16949 facilita el diseño de una metodología de trabajo ordenada, estructurada y con enfoque a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso. Lo anterior confirma los trabajos de Asato *et al.* (2022), quienes reconocen que una conceptualización bien ordenada del desempeño del sistema de gestión facilita la revisión por la dirección y contribuye a la obtención de un indicador global que propicia la detección e identificación de los puntos críticos del proceso. Como consecuencia del diseño e integración de la metodología al proceso de aprovisionamiento, producción y distribución se observa una mejora en los valores de productividad de la planta. Un análisis estadístico aplicado a un nivel de significancia del 95% permitió reconocer que, los indicadores DO y ND mejoraron con el nuevo modelo de trabajo. En contraparte, los indicadores CE y ET no presentaron mejoras en sus resultados (tabla 3).



TABLA 3. ANOVA PARA LOS INDICADORES DE PROCESO

Parámetro	2019-2020	2021	Valor P ($\alpha = 0.05$)	H0
Datos	24	8		
DO (%)	86.68	94.51	0.002	Rechazo
ND (%)	2.48	0.89	0.001	Rechazo
CE (%)	99.57	100	No existe diferencias entre medias	Acepto
ET (%)	100	100	No existe diferencias entre medias	Acepto

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.

Los resultados encontrados exponen que, con base en los requerimientos de productividad de la planta, el QFD⁵ pondera el impacto de cada uno de los indicadores como se presenta en la tabla 4.

Tomando como base la herramienta de QFD (Función de Calidad en planta) se identificaron como requisitos del cliente los siguientes: compuestos confiables, impacto ambiental, proceso eficiente, producción en tiempo, proceso estable, producción continua y proceso versátil. Para efectos de este trabajo y dada su importancia relativa, se seleccionaron únicamente cuatro criterios para el análisis de variaciones por considerarse representativos del proceso. Por ello, la tabla 4 da cuenta de la ponderación relativa de los requisitos técnicos del cliente tomando como base las mediciones de los diferentes procesos; por su parte, la tabla 5 muestra los valores de cada requisito técnico con motivo de las mediciones aplicadas a los procesos para los ejercicios analizados.

TABLA 4. IMPACTO DE LOS INDICADORES EN UNA MEDIDA PONDERADA

Requisito Técnico	Ponderación relativa (%)	Impacto / Importancia
Nivel de despedicio (ND)	46.1	1
Disponibilidad operacional (DO)	22.0	2
Cumplimiento de especificaciones (CE)	19.2	3
Entregas en tiempo (TE)	12.7	4
Total	100	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.



5 *Quality Function Deployment* (QFD) es una metodología que busca la satisfacción de las necesidades de los usuarios estableciendo los requerimientos del producto a través de las diferentes etapas de diseño hasta la producción de este.



TABLA 5. MEDICIÓN DE REQUISITOS TÉCNICOS POR EJERCICIO

Requisito Técnico	Valor Medio %	
	2019-2020	2021
Nivel de desperdicio (ND)*	89.42	96.50
Disponibilidad operacional (DO)	93.00	96.36
Cumplimiento de especificaciones (CE)	100	100
Entregas en tiempo (TE)	99.57	99.90

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.

Uno de los aportes más importantes obtenidos a partir del diseño del QFD como parte de este trabajo fue la determinación de un Índice General de Productividad (IGP), el cual se traduce en una ecuación definida en función de las ponderaciones obtenidas en el QFD para los requerimientos técnicos. Para llegar a este indicador, todos los requisitos técnicos son definidos en el mismo nivel de afectación al proceso (positivo o negativo). De esta manera, los criterios de disponibilidad operacional (DO), entregas en tiempo (ET) y cumplimiento de especificaciones (CE) indican un desempeño positivo en el proceso. Por el contrario, el criterio nivel de desperdicio (ND) indica un desempeño negativo; entonces, se transforma en un parámetro positivo definiéndose como nivel de material conforme (MC) a través de la relación $MC = 100 - ND$.*

Por tanto, con base en los cuatro indicadores en un nivel de impacto positivo para la productividad y, tomando los valores de la tabla 4, el IGP queda definido por la expresión:

$$IGP (\%) = 46.1\%MC + 22.0\%DO + 19.2\%CE + 12.7\%TE^6$$

Donde:

IGP = Índice General de Productividad

MC = Material Conforme

DO = Disponibilidad Operacional

CE = Cumplimiento de Especificaciones

ET = Entregas en Tiempo

MC, DO, CE y ET están expresados en porcentaje (%) y sus valores corresponden a las mediciones aplicadas para cada proceso durante los periodos analizados.⁷

El IGP ideal indica que todos los requerimientos técnicos se cubrieron completamente y por tanto su valor será 100%. A partir de este concepto se deduce que entre más productivo es el proceso, el IGP estará más cerca del 100%.

.....

6 Fórmula de aportación propia, construida con base en la ponderación de cada indicador a partir del QFD y las mediciones obtenidas para cada criterio.

* Proviene de aplicar $MC = 100 - ND$, toda vez el valor negativo en el nivel de desperdicio.

7 Los valores para cada criterio corresponden a las mediciones aplicadas a los procesos para los años 2019-2020 y 2021, aunque por cuestiones prácticas sólo se muestra el IGP a nivel comparativo para los periodos analizados.



El valor de esta ecuación representa la productividad como un índice único, con un enfoque multicriterio y de fácil interpretación. El cálculo del IGP obtenido permite confirmar que la productividad mostró un incremento en 4.04 puntos porcentuales de los años 2019-2020 (IGP=93.23%) al 2021 (IGP=97.27%). Esta mejora en la productividad se sustenta principalmente en el efecto positivo para los índices ND y DO.

Existen otros beneficios no cuantificables por los índices de productividad medidos, pero que contribuyen a mejorar la metodología de trabajo en la planta de compuestos, entre ellos se citan la actualización de materias primas con base en el cálculo de las capacidades de proceso (Cpk) para las CC identificadas; la elaboración de cartas de control para CCP y CC que, al identificar tendencias, conllevan la toma de acciones preventivas; la elaboración de instructivos de trabajo y operación que promueven la uniformidad de criterios en la producción, eliminan errores sistemáticos y representan documentos de consulta y apoyo para el personal de la planta; y finalmente el AMEF y el plan de control como herramientas de gestión del conocimiento y de documentación de lecciones aprendidas, situación que corrobora los trabajos de Vázquez *et al.* (2019) y Asato *et al.* (2022), quienes le atribuyen al AMEF un valor estratégico en la prevención e identificación de riesgos en los procesos productivos. Se sabe que la norma IATF-16949 mantiene un fuerte enfoque a la gestión de riesgos, un análisis granular aplicado a los procesos podría reportar de forma cuantitativa el nivel de riesgo como consecuencia de la incertidumbre, no obstante, no es parte del alcance de este trabajo el ahondar en la medición del riesgo.

En la tabla 6 se muestra un comparativo del modelo de trabajo, considerando el impacto en los procesos de la planta de mezclado antes y después de la adopción de la norma IATF-16949.

TABLA 6. COMPARATIVO ENTRE EL ANTERIOR MODELO DE TRABAJO Y EL NUEVO MODELO QUE INCORPORA HERRAMIENTAS DE CONTROL DEL ESTÁNDAR IATF-1694

ETAPA DEL PROCESO	IMPACTO EN EL MODELO DE TRABAJO PLANTA DE MEZCLADO	
	ANTERIOR	ACTUAL (CON LA NORMA IATF-16949)
Descripción del proceso de mezclado.	Si. Procedimiento escrito (con falta de claridad y precisión).	Si, diagrama de flujo del proceso de acuerdo a los formatos de IATF-16949.
Descripción de la operación de la línea de mezclado.	No	Si, elaboración de procedimiento de operación (arranque, operación y paro de la línea de mezclado).
Descripción del funcionamiento y operación de la máquina de mezclado.	No	Si, elaboración de procedimiento de operación de la máquina de mezclado.
Identificación de características críticas de diseño (CCD).	No	Si. Identificación y definición dentro de cada especificación de compuesto .
Identificación de características críticas de los compuestos (CC).	No	Si, identificación de las características críticas del producto (CC) dentro de las especificaciones de cada compuesto.
Identificación de las variables críticas a controlar en el proceso (CCP).	Si. No estaban identificadas como una característica crítica en las hojas de proceso. No se consideraba como variable representativa del control del proceso.	Si. Variable representativa del control del proceso, identificada claramente dentro de cada hoja de operación.
Control de la variable crítica de proceso	No. Solo recolección de datos sin análisis ni inferencias.	Si. Elaboración de gráficas de control, instrucciones claras en caso de valores fuera de control.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN LAS MEDICIONES APLICADAS AL PROCESO.



Conclusiones

Los resultados obtenidos proporcionan evidencia suficiente para no rechazar H_0 , toda vez que se pudo constatar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores para los ejercicios estudiados. De igual forma se encontró evidencia suficiente para afirmar que el sistema de gestión de calidad vinculado a herramientas de control de la norma IATF-16949 reporta mejoras en los niveles de productividad de la planta estudiada.

Las herramientas implementadas permiten definir y establecer una metodología de trabajo ordenada, estructurada y con un enfoque a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso, situación que además de promover también contribuye a la conformación de una cultura laboral con dinámica de retroalimentación y de mejora continua.

Los resultados encontrados exhiben que los indicadores CE y ET permanecieron siempre con valores de 100%, lo que hace suponer que han estado bajo control de la planta aún antes de este estudio. Esta condición resta sensibilidad al IGP calculado, puesto que ambos indicadores adquieren el comportamiento de una constante y no de una variable.

Los cálculos sugieren que es factible el uso del QFD como herramienta para la definición de un IGP que represente a la productividad como un índice único, con un enfoque multicriterio fácil de interpretar. Sin embargo, para que este IGP sea sensible a los cambios, es de suma importancia que las variables o índices seleccionados sean representativos de lo que se pretende medir.

El análisis estadístico de los datos permitió reconocer a DO y ND como los indicadores críticos para la mejora de la productividad, sin embargo, sobre ellos habrá que seguir trabajando para la identificación y eliminación de errores sistemáticos en el proceso y continuar con la mejora del mismo.

El presente estudio permite afirmar que hay rendimientos en términos de productividad, derivados de la gestión de la calidad mediante la norma IATF-16949. Si bien los resultados dan cuenta de un progreso en la productividad de la planta, también permiten observar limitaciones en cuanto a la definición de los indicadores y al número de herramientas adoptadas. En virtud de esto, se plantean nuevos cuestionamientos que sientan las bases para la continuidad de la investigación sobre las siguientes líneas:

- La gestión de indicadores con capacidad de medir la sensibilidad de productividad en la planta.
- Las nuevas normas de gestión de calidad y sus implicaciones en la cultura laboral de la empresa.
- Los impactos financieros y los niveles de satisfacción del cliente al gestionar los procesos mediante la norma IATF-16949.



Referencias

- Asato, M., Ríos, A., y Veloz, J. (2022). Desempeño del sistema de gestión de calidad de una organización automotriz medido por un nuevo modelo integral con base en la norma IATF-16949:2016. *Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica*, 10(55), 24-50. <https://bit.ly/3ZXiPGu>
- Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (2008). *Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos. UNE-EN ISO 9001*. <http://integra.cimav.edu.mx/intranet/data/files/calidad/documentos/EN%20ISO%209001%202008.pdf>
- Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). (2021). *Industria Automotriz en México*. <https://www.amia.com.mx/>
- Bakkali A. (2015). La gestión de la calidad y la responsabilidad social corporativa del sector de la automoción en la región de Tánger-Tetuán (Marruecos). *Revista de Dirección y Administración de Empresas*, (22), 131-161. <https://addi.ehu.es/handle/10810/16767>
- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME). (s. f.). *Estadísticas del Sector 2018*. Consultado el 23 de octubre de 2018. https://drive.google.com/file/d/0B9L1D_PhuToR-NDB4d3duZnRkajQ/view
- Casadesús, M. y Karapetrovic, S. (2005). Has ISO 9000 lost some of its lustre? A longitudinal impact study. *International Journal of Operations and Production Management*, 25(6), 580-596. <https://doi.org/10.1108/01443570510599737>
- Casadesús, M., Giménez, G., y Heras, I. (2001). Benefits of ISO 9000 implementation in spanish industry. *European Business Review*, 13(6), 327-335. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000006195>
- Creswell, J. (1994). *Research design. Qualitative and quantitative approaches*. SAGE Publications.
- Esser, K., Hillebrand, W., y Messner, D. (1996). Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política. *Revista de la CEPAL*, (59), 39-52. <https://doi.org/10.18356/183846f0-es>
- Guariente, P., Antonioli, I., Pinto Ferreira, L., Pereira, T., y Silva, F. J. G. (2017). Implementing autonomous maintenance in an automotive components manufacturer. *Procedia Manufacturing*, (13), 1128-1134. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.174>
- IMCO. (2021). *Índice de competitividad urbana 2012*. <https://imco.org.mx/resultados-del-indice-de-competitividad-estatal-ice-2021/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2018). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)*. <https://www.inegi.org.mx/app/scian/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2019). *Censos económicos 2019*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2019/>
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2021). *Censos económicos 2021*. <https://inegi.org.mx/app/publicaciones/default.html?p=12>



- International Automotive Task Force (IATF). (2016). *Norma del sistema de gestión de la calidad automotriz. International IATF-16949-2016* (1ª ed.). AIAG.
- ISO&CO Consultores. (2017). *Ranking Mundial en Certificados ISO*. <http://isoandco.es/ranking-mundial-en-certificados-iso/>
- ISO. (s. f.). **ISO Tools. Sistemas Integrados**. Consultado el 06 de 2018. <https://www.isotools.org/normas/sistemas-integrados/>
- Medeiros, V., Gonçalves, L., y Camargos, E. (2020). La competitividad y sus factores determinantes: un análisis sistémico para países en desarrollo. *Revista de la CEPAL*, 2019(129), 7-27. <https://doi.org/10.18356/9c2a7060-es>
- Moreira, A., Silva, F. J. G., Correia, A. I., Pereira, T., Ferreira, L. P., y De Almeida, F. (2018). Cost reduction and quality improvements in the printing industry. *Procedia Manufacturing*, 17, 623-630. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.10.107>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2016). *El recurso humano y la productividad*. OIT.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2015). *OECD Compendium of Productivity Indicators 2015*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/pdtvy-2015-en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2014). *Nota País, Panorama de la Educación, México*. <http://www.oecd.org/education/Mexico-EAG2014-CountryNote-spanish.pdf>
- Saavedra, M. L., Milla, S., y Sánchez, B. (2013). Determinación de la competitividad de la PYME en el nivel micro: El caso del Distrito Federal, México. *FAEDPYME INTERNATIONAL REVIEW*, 2(4), 18-32. <https://doi.org/10.15558/fr.v2i4.38>
- Sampaio, P., Saraiva, P., y Guimarães, A. (2009). ISO 9001 certification research: questions, answers and approaches. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 26(1), 38-58. <https://doi.org/10.1108/02656710910924161>
- Tarí, J. J., Molina-Azorín, J. F., y Heras, I. (2012). Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards: A literature review. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(2), 297-322. <https://doi.org/10.3926/jiem.488>
- Vázquez, R. I., Flores, M., y Núñez, J. M. (2019). Transición de la norma TS-16949:2009 a IATF-16949:2016 en las empresas automotrices del Parque Industrial del Valle de Aguascalientes. *Revista de Ingeniería Industrial*, 3(7), 1-10. <https://doi.org/10.35429/jie.2019.7.3.1.10>





Como citar:

Baltazar, L., Cárdenas, M. y Gutiérrez, M. (2023). Impacto de la gestión de calidad en la productividad, una perspectiva desde la norma IATF-16949. *Administración y organizaciones* 26(50).



Administración y Organizaciones de la Universidad Autónoma Metropolitana - Xochimilco se encuentra bajo una licencia Creative Commons. Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada 4.0 Internacional License.