

Fourth Industrial Revolution and Total Quality Management: Improving the performance of nanostores during a pandemic

Cesar H. Ortega-Jimenez, Ph.D¹, José R. Sorto-Bueso, M.Sc²,

¹Facultad de Ingeniería, CURLP, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, cortega@unah.edu.hn

²Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras, jose.sorto@unitec.edu

Abstract– The purpose of the study is to examine the moderation of the Fourth Industrial Revolution/Industry 4.0 (I4.0) in the relationship between Total Quality Management (TQM) and the improvement of operational performance within nanostores (neighborhood stores, markets, pulperías) in Honduras, under the conditions of a developing economy. The owner of each of the 143 nanostores under study completed a survey on I4.0 and TQM, with some operational performance indicators, during the Covid pandemic. As this study was based on the contingency theory, multivariate data analyses were performed, measuring whether I4.0 positively moderates the effect of TQM on operating performance. With I4.0, some nanostores have been channeling their efforts towards higher performance through advancing levels of interconnectivity. Eventually, approaches such as TQM will integrate technologies that, in turn, can harm or enhance operational performance. I4.0 seems to have a positive and significant effect (according to previous studies), but especially, a moderator effect. The authors point out several options for further study in different socioeconomic contexts. This study shows that technological implementation will lead to a better performance in nanostores. The implementation of TQM favors this improvement, supporting nanostores towards I4. 0.

Keywords– TQM, Developing economy, Industry 4.0, Operational performance, Pandemic.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.85>

ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

Cuarta Revolución Industrial y Gestión de Calidad Total: Mejora del rendimiento de nanostores durante pandemia

Cesar H. Ortega-Jimenez, Ph.D.¹, José R. Sorto-Bueso, M.Sc.²,

¹Facultad de Ingeniería, CURLP, Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Honduras, cortega@unah.edu.hn

²Facultad de Postgrado, Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC, Honduras, jose.sorto@unitec.edu

Abstract– *El propósito del estudio es examinar la moderación de la Cuarta Revolución Industrial/Industria 4.0 (I4.0), en la relación entre la Gestión de la Calidad Total (TQM, por sus siglas en inglés) y la mejora del rendimiento operativo dentro de nanostores (tiendas de barrio, mercaditos, pulperías) en Honduras, como contexto de una economía en desarrollo. El propietario de cada una de las 143 nanostores estudiadas completó una encuesta sobre I4.0 y TQM, con algunos indicadores de rendimiento operativo, durante la pandemia de Covid. Como este estudio se basó en la teoría de la contingencia, se realizaron análisis de datos multivariados, midiendo si la I4.0 modera positivamente el efecto de TQM sobre el rendimiento operativo. Con la I4.0, algunas nanostores han estado canalizando sus esfuerzos para lograr un rendimiento superior, mediante el avance de niveles de interconectividad. Eventualmente, enfoques tal como el TQM, integrarán tecnologías que, a su vez, pueden perjudicar o favorecer el rendimiento operativo. I4.0 parece tener un efecto positivo y significativo (conforme estudios previos), pero especialmente moderador. Los autores señalan varias opciones para un mayor estudio en diferentes contextos socioeconómicos. Este estudio evidenció que la implementación tecnológica conducirá a mejores rendimientos en nanostores. La implementación de TQM favorece la mejora, apoyando nanostores hacia la I4.0.*

Keywords– TQM, Economía en desarrollo, Industria 4.0, Rendimiento operativo, Pandemia.

I. INTRODUCCIÓN

La Cuarta Revolución Industrial, conocida también como Industria 4.0 (I4.0), es fundamental para los investigadores, los decisores y los vendedores [1]. El impacto de esta transformación tecnológica es tal, que está incidiendo en todos los aspectos de la organización, incluyendo la investigación y desarrollo, así como el control de inventarios, la gestión y el soporte al cliente. Esta nueva era representa una economía caracterizada primordialmente con la aplicación de la tecnología y sistemas inteligentes como fundamento epistémico.

La I4.0 dirige el establecimiento de sistemas dinámicos, así como la personalización masiva de producción personalizada de bienes y servicios [2], [3].

Esto deriva en la implementación de nuevos procesos utilizando tecnologías de la información y la comunicación (TIC) e Internet de las Cosas (IoT) que proveen información, nuevas aplicaciones y comunicación [4]. A pesar de su creciente notoriedad, muchas nanostores todavía están luchando con la forma en que las prácticas de tecnología de la I4.0 deben implementarse en sus operaciones [1]. La mayoría de los propietarios de nanostores han optado por esperar sin considerar el riesgo que la implementación tardía representa para sus empresas. La viabilidad y efectividad de la integración de la I4.0 en los sistemas de gestión de nanostores aún no se ha estudiado a pesar de la omnipresencia de estas [5]. Las economías en desarrollo se enfrentan a diferentes desafíos al invertir en la I4.0. Por ejemplo, en Centroamérica existen en variados ámbitos, tales como tecnológicos, socioeconómicos, ciberseguridad [6]. A pesar de la importancia de estas iniciativas, se sabe poco sobre los efectos de la implementación de prácticas de la I4.0

Sin embargo, la gestión de la calidad total (TQM, por sus siglas en inglés), es un programa con varias prácticas de operaciones, común entre varios sectores y países, que implica una gestión de operaciones que las organizaciones utilizan para obtener mejoras en sus procesos, atención oportuna y eficiencia hacia clientes y proveedores [7]. La implementación exitosa de TQM requiere un enfoque de cambio organizacional centrado en el ser humano y de baja tecnología, que implica la implementación de diversas prácticas de TQM, una visión estratégica consistente y compartida con una política de talento humano alineada y personal altamente involucrado para la mejora continua de los procesos.

Debido a las características entre I4.0 y TQM, no está claro si su implementación simultánea en las nanostores conducirá a un mejor rendimiento. Por un lado, TQM implica una cultura que incluye el compromiso de los propietarios de nanostores para su implementación y desarrollo, dado que estos definen la política, objetivos y metas de calidad, también asignan los recursos apropiados para el cumplimiento de estos [7]. Esta cultura permite la identificación clara del status quo de los procesos y el intercambio de información, que puede reforzarse aún más por la interconectividad, la adquisición de datos y el análisis inherentes a las tecnologías de la I4.0. Por otro lado, TQM implica cambios socioculturales que se estimulan diariamente y se manifiestan visiblemente en el entorno de trabajo de las tiendas, lo que puede entrar en

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.85>

ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

conflicto con los niveles de gasto de capital y experiencia tecnológica exigidos por la I4.0, porque el dueño-gerente tiene control directo sobre el proceso de innovación [8]. Estos conflictos pueden ocurrir cuando las prácticas de TQM e I4.0 se implementan en un contexto de economía en desarrollo, pero la evidencia empírica para esta suposición aún falta en la literatura de nanostores [5]. La intención de este estudio, por lo tanto, es responder a la siguiente pregunta de investigación:

RQ. ¿Cómo modera la implementación de la I4.0 en las nanostores, la relación entre las prácticas de TQM y la mejora del rendimiento operativo en un contexto de economía en desarrollo en medio de la pandemia del Covid 19?

Encuestamos a 143 nanostores hondureñas, verificando niveles de implementación de prácticas de TQM, así como tecnologías de I4.0. Esta investigación, por lo tanto, contribuye a los campos teóricos de la tecnología y la mejora del rendimiento operativo. La implementación y gestión de nuevas tecnologías son clave para las nanostores de todo el mundo, en especial por la globalización, virtualidad y las crisis de cadenas de suministro al inicio de la pandemia (2019/2020), que se ha visto afectada de alguna manera en todas las dimensiones, y especialmente ha cambiado el comportamiento de los consumidores, y aún ahora en el 2022, cuando la crisis no se encuentra tan marcada [9]. Nuestro estudio proporciona una mejor comprensión de las interacciones entre las prácticas de TQM y las de la I4.0, y sus efectos en la mejora del rendimiento operativo. Además, inicializamos la validación de una medida de implementación de tecnología de la I4.0. El estudio también puede permitir a los gerentes y propietarios de nanostores comprender y anticipar mejor las dificultades de la incorporación de tecnologías de la I4.0 en sus sistemas de TQM. Dado que los recursos financieros de las nanostores a menudo son escasos, especialmente en las economías en desarrollo, es crucial que sus inversiones en nuevas tecnologías estén bien informadas por estudios como el nuestro.

Este estudio se basa en supuestos derivados de la teoría de la contingencia de interacción/moderación, que permite enfocar la investigación en la implementación interactiva de TQM e I4.0 [10]. Se afirma que el efecto de las prácticas de gestión de operaciones sobre el rendimiento difiere según las variables de las nanostores. Ref. [11] sugiere que para su implementación se requiere un cambio fundamental en las prácticas de gestión y cultura. Así pues, nuestro estudio considera una muestra socioeconómica de nanostores hondureñas específica, porque la cultura nacional puede afectar significativamente los resultados de TQM. Según Ref. [12], la relación de este modelo y la cultura organizacional apunta al elemento humano como un factor determinante en la implementación exitosa del programa de operaciones. Finalmente, contribuimos a una mejor comprensión de las contingencias requeridas para implementar TQM e I4.0

simultáneamente, describiendo cómo su interacción impacta la mejora del rendimiento operativo en las nanostores.

II. .ANTECEDENTES E HIPÓTESIS

A. Gestión de la Calidad Total (TQM)

De acuerdo con la propuesta conceptual, TQM cubre variadas prácticas operativas fundamentales, entre las cuales se puede mencionar la relación con el cliente, relación con el proveedor y diseño de productos y servicios. Estos son prácticas de operaciones como factores críticos para el éxito de la implementación del TQM [13]. La literatura especializada también enlista: liderazgo, gestión de calidad de proveedores, así como el control de procesos y mejora. El objetivo de esas prácticas clave de TQM [14] es mejorar la calidad y, por lo tanto, brindar satisfacción al cliente. Sin embargo, se ha argumentado que la implementación de TQM por parte de las tiendas minoristas en las economías en desarrollo es menos extensa que en las empresas ubicadas en las economías desarrolladas, o aún emergentes [15]. Incluso, las tiendas minoristas micro, tal como las nanostores, implementan menos el TQM que las mayores en las economías en desarrollo. Parece haber un nivel de desequilibrio de conocimiento e implementación de las prácticas de TQM en este contexto sectorial de microempresas, en especial nanostores. Así pues, dado que las prácticas de TQM, asociadas con la gestión de operaciones, son implementadas y comprendidas más ampliamente por los minoristas de grandes cadenas en las economías en desarrollo, o por los minoristas en general en las economías emergentes o desarrolladas, que por las nanostores. Por lo que asumimos que enfocar nuestro estudio a dichas prácticas implementadas en nanostores, conduciría a resultados más confiables y esclarecedores. Por lo tanto, se propone una primera hipótesis:

H1. TQM está positivamente relacionada con el rendimiento de nanostores

B. Cuarta revolución industrial (I4.0)

Aunque existe una amplia variedad de tecnologías, que caen dentro de la cuarta revolución industrial, e investigadores han tratado de agruparlos en marcos de implementación [16], los objetivos generales de la I4.0 son permitir mejoras en los flujos de información y valor de las empresas, abordando cuestiones relacionadas con los procesos y productos/servicios. Algunos problemas del proceso que pueden resolverse con dicha tecnología son la gestión de la calidad, ayudando a reducir los problemas del producto/servicio, tal como como las ineficiencias que conducen a un mayor tiempo en el proceso de ventas. Dado que todavía hay una falta de consenso sobre qué tecnologías componen la I4.0, consultamos la literatura especializada [5], [17], que presenta por lo menos cuatro tecnologías digitales que son más probables de ser implementadas dentro del sector

de nanostores en Honduras: Computación en la nube, Big data, Sistemas de gestión de procesos de negocio y Cadena de Suministros digital.

La I4.0 no sólo puede tener un impacto positivo en la forma en que se gestionan y organizan las nanostores, también puede influir en los modelos de negocio, productos y servicios de estas. Si bien la implementación de ciertas tecnologías (por ejemplo, Computación en la nube y la Gestión de Procesos de negocios) puede influir predominantemente en los procesos de nanostores, otras tecnologías de la Industria 4.0 (por ejemplo, Producción personalizada e Internet de las cosas) podrían ayudar a lograr mejoras significativas en el desarrollo de productos para la venta y la innovación de servicios de nanostores. Consecuentemente, se presenta una segunda hipótesis:

H2. I4.0 está positivamente relacionado con el rendimiento de nanostores.

C. Efectos de contingencia: el concepto de ajuste de interacción entre TQM e I4.0

Dado que la teoría de la contingencia implica que diferentes entornos/contextos a menudo tienen diferentes necesidades, con enfoques distinguidos para la gestión de operaciones [18], es un ángulo popular y diversos estudios han corroborado nuestra comprensión de los efectos de las contingencias en la implementación de TQM. Existe literatura especializada que busca comprender cómo las diferentes dimensiones de la cultura nacional moderan la efectividad de la TQM [19]. Por otro lado, se ha investigado cómo variables de I4.0 influyen en lo que los profesionales ven como factores de éxito para la implementación de TQM [20]. Complementariamente, se ha estudiado el impacto en la implementación de TQM en nanostores [21]. En general, la mayoría de los estudios refuerzan la necesidad de comprender principalmente el contexto en el que están integradas las nanostores para que la implementación de TQM pueda adaptarse adecuadamente. Asimismo, es clave el examen del entorno de nanostores, que da forma a información de sistemas en el que se implementan las prácticas de TQM.

La Industria 4.0 es un tema de investigación más reciente, con evidencia sobre el efecto de las contingencias mucho más escasa, así como pocos estudios existentes evaluando vagamente el efecto de TQM [20], [22], en la implementación de la Industria 4.0.

D. Moderación de Industria 4.0 en la relación TQM-rendimiento

La TQM abarca prácticas relacionadas con el enfoque basado en procesos y en hechos, el liderazgo, el enfoque al cliente, las relaciones con los proveedores y la mejora continua [23]. Al tiempo que proporciona una percepción positiva del cliente, garantiza mejoras en los tiempos de entrega, incremento en la productividad de los empleados, aumento en las ventas y reducción en los tiempos de ciclo y

comercialización [19], [24]. Por tanto, su implementación es beneficiosa para el rendimiento operativo de una nanostore [25]. Sin embargo, si no se logra una correcta y suficiente capacitación, la participación de los empleados, el apoyo de la alta dirección, un liderazgo eficiente y una buena comunicación [11], [26], puede causar efectos secundarios no deseados, tales como el abandono prematuro de los programas de TQM y mejoras en la productividad poco significativas [27].

Las tecnologías de la I4.0, pueden aumentar la conectividad y la interacción de procesos, productos y servicios, lo que permite procesos de operaciones más eficientes [17]. Sin embargo, la implementación aislada de I4.0, puede conducir a ganancias marginales en venta de productos/servicios, frustrando así a los propietarios de nanostores en términos de sus inversiones y expectativas.

La literatura especializada sugiere que la interacción es un tipo de ajuste que describe cómo se relacionan las contingencias [18], [28]. Este ajuste ha sido ampliamente considerado, no sólo en estudios organizacionales, también en gestión de operaciones. Aunque la interacción se fundamenta en la teoría de contingencia estructural, en general, debería aplicarse más a las teorías de contingencia [18]. El ajuste de interacción se denomina ajuste de moderación [29]. De hecho, en el ajuste de interacción y moderación, el término moderación se utiliza para describir el elemento, incluido el efecto conjunto de las variables: TQM e I4.0 [30]. En general, usamos análisis de moderación para comprender si y cómo I4.0 afecta la fuerza y la dirección de la relación TQM-rendimiento operativo. Ello descarta el análisis de ajuste de mediación porque serviría para explicar la relación TQM-rendimiento operativo. Por lo tanto, planteamos una tercera hipótesis:

H3. La implementación de tecnologías de la I4.0 modera positivamente el efecto de la TQM en la mejora del rendimiento de nanostores.

Basado en todo lo anterior, nuestro modelo de investigación, con sus hipótesis, se presenta en la Figura 1.

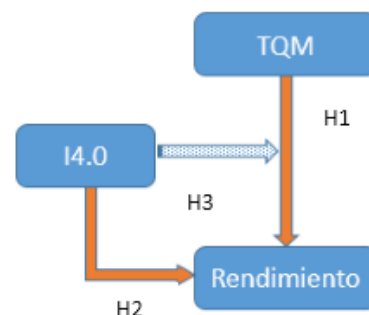


Fig. 1 Modelo de investigación.

III.. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Muestra

Nos dirigimos a propietarios o supervisores de nanostores hondureñas. La generalización de ambos enfoques en todo el espectro sectorial minorista es disperso, especialmente en las economías en desarrollo. Por lo tanto, para evitar excluir a los encuestados que podrían cumplir con los criterios de selección establecidos, reduciendo así la muestra y perjudicando la aplicación de un análisis estadístico sólido, no restringimos nuestra recopilación de datos.

Enviamos la encuesta a 143 propietarios de una amplia gama de nanostores hondureñas, desde abril a junio de 2022. Siguiendo los estándares éticos, indicamos en la invitación que la participación era voluntaria y anónima. En cuanto a la tecnología de las nanostores, la gran minoría (30%) ha implementado más de la mitad de las prácticas de I4.0. Sin embargo, la mayoría de las nanostores (70%) han implementado más de la mitad de las prácticas de TQM.

B. Medición

La encuesta constaba de tres partes principales (véase el anexo): indicadores de rendimiento, nivel de implementación de tecnologías de la Industria 4.0, y nivel de implementación de TQM.

Es importante destacar que algunas de las escalas de I4.0 y TQM contienen menos de tres ítems; sin embargo, en Ref. [31], se recomienda no sólo utilizar criterios estadísticos al tomar decisiones para retener elementos, sino también criterios de juicio. Además, encontramos que existen medidas perceptuales de hasta un elemento en la literatura de gestión de operaciones [32], [33] para medirlos. En este caso, se puede argumentar que los ítems únicos en las escalas de I4.0 y TQM son significativos y deben conservarse en el modelo para representar adecuadamente la definición del constructo.

Finalmente, para evaluar la confiabilidad, se examinaron las cargas factoriales y la consistencia interna. Las Tablas 1 al 5 muestran que las cargas factoriales superaron el umbral recomendado de 0.70 para la fiabilidad de los ítems [34]. Las tablas muestran que el Alfa de Cronbach (excepto por 3 de las 10 escalas de la Tabla 5) y la confiabilidad compuesta (CR) superaron el umbral recomendado de 0.6, lo que indica que los constructos se encuentran dentro de los límites aceptados [35]. La proporción de la varianza total explicada por los factores retenidos debería ser al menos el 50% [36]. La validez convergente indica el grado en que los elementos convergen en su representación de la escala o constructo que pretenden medir, que fue adecuada con la varianza media extraída (AVE), superando el umbral recomendado de 0.50 [37].

1) *Rendimiento operativo*. Las mejoras en rendimiento operativo son más probables a ser percibidos por los

encuestados. La implementación de TQM afecta a una amplia variedad de aspectos de rendimiento, entre los que medimos 10 indicadores relacionados con los procesos y las personas [38], [39] y validados por encuestas: Política de cambios, Respuesta rápida a corto plazo, Atención al cliente, Entrega dentro del plazo previsto, Apoyo en publicidad y promoción, Opciones de pago, Frecuencia de visita, Apoyo en infraestructura, Cambios de productos, Actividades de impulso y Presentaciones de producto. Cada indicador fue medido en una escala de cinco puntos (1 menor; 5 mejor). Se realizó un análisis factor exploratorio (EFA) a través de análisis de Componentes principales (PCA) con rotación varimax. La Tabla 1 Muestra todos los indicadores de rendimiento cargado en un factor con un eigenvalor de 6.72, explicando 67.23% de la variación. El Tau-equivalent reliability (ρ_t), también conocido como Cronbach's alpha, de este factor fue de 0.94.

TABLA 1
ESCALAS DE RENDIMIENTO

Variable	Item	Med	SD	Carga Factor	% var explic	ρ_t	AVE	CR	VIF
Rendimiento Operativo	1	3.80	0.13	0.87	67.23	0.94	0.67	0.95	3.02
	2	3.85	0.12	0.85					3.52
	3	4.07	0.12	0.85					4.09
	4	3.35	0.11	0.85					2.19
	5	3.34	0.12	0.84					2.78
	6	3.57	0.12	0.82					3.31
	7	3.85	0.13	0.81					3.11
	8	3.64	0.12	0.80					2.62
	9	4.07	0.13	0.77					5.69
	10	3.87	0.13	0.73					5.86

n=143

2) *Prácticas TQM*. El nivel de implementación de las prácticas TQM relacionadas con Mejora y Aprendizaje Continuo, Satisfacción del Cliente, Control de Procesos y Nivel de Calidad del proveedor, se evaluaron a través de 10 ítems. Cada declaración de práctica se evaluó a través de una escala Likert de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo). Las cuatro prácticas de TQM [5], [40], fueron validadas por encuestas. Se realizó un análisis factor exploratorio (EFA) a través de análisis Componentes principal (PCA) con rotación varimax. La Tabla 2 muestra las escalas cargadas en un factor con un eigenvalor de 2.64, explicando 66.02% de la variación. El ρ , de cada práctica fue de 0.68, 0.89, 0.67, 0.79, respectivamente.

La Tabla 3 presenta los resultados de segundo orden, el EFA, siguiendo el mismo proceso utilizado en la Tabla 2. Todas las cargas factoriales de las escalas son mayores a 0.7, la confiabilidad global es mayor a 0.8.

3) *Tecnologías de la Industria 4.0*. La I4.0 es un enfoque reciente y superficialmente entendido, sin una comprensión, por las nanostores. Dado que la I4.0 implica un conjunto de

TABLA 2
ESCALAS DE GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TQM)

Escala	Ítem	Media	SD	Cargas Factoriales	% varianza explicada	Alfa de Cronbach	AVE	CR	VIF
Mejora y Aprendizaje Continuo	Ítem 1.1	3.154	1.474	0.8727	76.169	0.682	0.762	0.865	1.377
	Ítem 1.2	3.818	1.260	0.8727					1.377
Satisfacción del Cliente	Ítem 2.1	4.147	1.094	0.8962	75.620	0.890	0.756	0.925	2.547
	Ítem 2.2	3.755	1.108	0.8926					1.993
	Ítem 2.3	4.350	0.988	0.8755					3.417
	Ítem 2.4	4.287	0.990	0.8115					3.560
Control de Procesos	Ítem 3.1	3.566	1.335	0.8677	75.284	0.671	0.753	0.859	1.344
	Ítem 3.2	3.860	1.276	0.8677					1.344
Nivel de Calidad del Proveedor	Ítem 4.1	4.098	1.229	0.8837	78.097	0.705	0.781	0.877	1.461
	Ítem 4.2	4.217	0.958	0.8837					1.461

n=143

tecnologías digitales (sistemas integrados, red de sensores inalámbricos, impresión 3D, computación en la nube y big data), la mayoría de las cuales se desarrollaron antes de 2011, cuando fue identificado por primera vez como industria 4.0 [41], algunas nanostores podrían haber adoptado las tecnologías antes de que se consideraran parte de la cuarta era de la revolución industrial. Por lo anterior, investigamos el nivel de implementación de cuatro tecnologías digitales [42]. Así pues, no mencionamos explícitamente que son parte de la Industria 4.0, mitigando así cualquier percepción errónea.

Utilizamos una escala Likert de cinco puntos donde 1 significaba "no usado" y 5 se refería a "totalmente adoptado". Se utilizó un PCA con rotación varimax para extraer componentes ortogonales, dando como resultado un componente (ver Tabla 4), donde la rotación oblicua dio resultados similares y se verificó la unidimensionalidad mediante en cada nivel de componente.

TABLA 3
VARIABLE GESTIÓN DE LA CALIDAD TOTAL (TQM)

Variable	Escala	Carga Factor	% var explic	ρ_T	AVE	CR	VIF
Calidad	Mejora y Aprendizaje Continuo	0.83	66.02	0.82	0.66	0.89	1.95
	Satisfacción del Cliente	0.85					2.05
	Control de Procesos	0.80					1.71
	Nivel de Calidad del Proveedor	0.76					1.54

La Tabla 5 muestra el resultado del análisis factorial de la escala de orden superior de I4.0 cuyo componente principal explica el 53.5% de la varianza total con una confiabilidad de 0.89 mediada a través de consistencia interna.

TABLA 4
ESCALAS DE INDUSTRIA 4.0 (I4.0)

Escala	Ítem	Media	SD	Cargas Factoriales	% varianza explicada	Alfa de Cronbach	AVE	CR	VIF
E-Bussines	Ítem 1.1	2.077	1.434						
Interfaz Electrónica de Negocios	Ítem 2.1	1.979	1.407	0.9532	90.850	0.898	0.909	0.952	3.008
	Ítem 2.2	2.357	1.526	0.9532					3.008
E-Sales / Ventas	Ítem 3.1	3.273	1.511	0.8458	71.541	0.600	0.715	0.834	1.228
	Ítem 3.2	1.867	1.365	0.8458					1.228
Nivel Personalización	Ítem 4.1	4.014	1.305						
Control de procesos	Ítem 5.1	1.972	1.348	0.9534	90.900	0.899	0.909	0.952	3.022
	Ítem 5.2	1.762	1.278	0.9534					3.022
Uso de las TIC con los Clientes	Ítem 6.1	3.776	1.269	0.9166	84.013	0.809	0.840	0.913	1.861
	Ítem 6.2	3.937	1.223	0.9166					1.861
Mercadotecnia	Ítem 7.1	1.881	1.361						
Efectividad en implementación	Ítem 8.1	2.196	1.375	0.8617	74.255	0.653	0.743	0.852	1.308
	Ítem 8.2	2.014	1.379	0.8617					1.308
Tecnología Proceso Gestión de Servicio	Ítem 9.1	3.105	1.523	0.8747	76.513	0.693	0.765	0.867	1.391
	Ítem 9.2	2.902	1.521	0.8747					1.391
Tecnología del Servicio	Ítem 10.1	2.776	1.567						

n=143

TABLA 5
VARIABLE INDUSTRIA 4.0 (I4.0)

Variable	Escala	Carga Factor	% var explic	pt	AVE	CR	VIF
Industria 4.0	E-Bussines	0.82	53.36	0.89	0.53	0.92	3.57
	Interfaz Electron de Negocios ^a	0.89					5.99
	E-Sales / Ventas	0.72					2.04
	Nivel Personaliz	0.36					1.52
	Control de procesos	0.82					2.70
	Uso de TIC con Clientes	0.52					2.31
	Mercadotecnia	0.67					2.16
	Efectividad en implementac	0.85					3.74
	Tecnología Proceso Gestión de Servicio	0.78					2.62
	Tecnol del Servicio	0.70					1.90

n=143

C. Sesgo

Dado que los encuestados individuales respondieron tanto a las preguntas de variables dependientes como a las independientes, tomamos varias contramedidas para evitar el sesgo común del método y la fuente. En primer lugar, en cuanto a la estructura de la encuesta, los elementos variables dependientes estaban muy lejos de los elementos de variables independientes. Además, mantuvimos las etiquetas de escala originales: se argumenta el uso de diferentes escalas para frenar la covariación. Naturalmente, aclaramos que no había respuestas correctas o incorrectas y que las respuestas de los encuestados se tratarían de forma anónima. Además, los encuestados tenían que ser propietarios o supervisiones de las nanostores, por lo tanto, eran informantes apropiados.

D. Análisis de datos

Para H1 y 2, se usaron correlaciones, controlando por las variables independientes, permitiendo medir las relaciones de cada una, TQM e I4.0, con Rendimiento. Para H3, de acuerdo con el enfoque de ajuste de moderación de la teoría de contingencia, el impacto de una variable predictora como la TQM en rendimiento (variable de criterio) depende en el nivel de una tercera variable, a saber, I4.0 (el moderador). Para ello, puede analizarse observando la interacción moderadora de I4.0 con una variable predictora TQM, es decir, en la forma de un efecto conjunto. Se puede evaluar, probando si la dirección y la fuerza de la relación entre la variable predictora y criterio varían a través de diferentes niveles del moderador. Esto se hace aquí calculando la correlación de la TQM con Rendimiento para dos sub-muestras basadas en la puntuación mediana de I4.0 (las nanostores con implementaciones de I4.0

"altas" que muestran mayor implementación en su gestión de I4.0 que las nanostores con implementaciones de I4.0 "bajas").

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Por un lado, como se muestra en la Tabla 6, la fuerte correlación positiva y significativa entre TQM y rendimiento ($r=0.397$; $p<0.001$) muestra que la TQM tendría un impacto positivo significativo en el rendimiento. Con ello se confirma H1. Mientras, la correlación positiva y significativa entre I4.0 y rendimiento ($r=0.176$; $p<0.05$) está mostrando que I4, necesita ser implementada por tener un impacto con el rendimiento, confirmando H2.

TABLA 6
CORRELACIÓN DE LAS VARIABLES CON RENDIMIENTO
DIRECTAS Y MODERADORA I4.0

Correlación con Rendimiento	Orden Cero (n=143)	Para Alta ^a I4.0 (n=71)	Para Baja I4.0 (n=71)	Z ^b
I4.0	0.155 ^e	0.006 ^f	0.210 ^f	-1.208
TQM	0.397 ^c	0.426 ^c	0.346 ^e	0.549

^a Alto = Bajo: basado en la mediana de la puntuación de I4.0 como moderadora y variable de control en correlaciones

^b Una puntuación Z positiva indica que la correlación es mayor en las nanostores con I4.0 alto que en las nanostores de baja I4.0

c: $p<0.001$, d: $p<0.01$, e: $p<0.05$, f: $p>0.05$

Por otro lado, el efecto moderador de I4.0 en la Tabla 6 es evidente al observar la relación TQM-rendimiento. Mientras que TQM se asocia positivamente con rendimiento en las nanostores con alta I4.0 ($r=0.426$; $p<0.001$), esta relación se vuelve menor, pero siempre significativamente positiva, en las nanostores con baja I4.0 ($r=0.346$; $p<0.05$). Esto mostraría que agregar más recursos de gestión de TQM, sin considerar I4.0, sería de hecho disfuncional, es decir, disminuiría el rendimiento si la nanostore no posee la capacidad de I4.0 requerida para respaldar su mayor complejidad estructural de TQM. Por otro lado, también se ve que la correlación positiva no significativa de la I4.0 con el rendimiento para los nanostores de alta I4.0 ($r=0.006$), luego se vuelve mayor pero siempre no significativa para los de baja I4.0 ($r=0.210$). Esto significaría que, para ser eficaz, la I4.0 requiere que la nanostore no implemente la I4.0 por sí sola, porque de forma aislada no impacta al rendimiento (contradiendo parcialmente el resultado anterior de H2).

En general, nuestro estudio proporciona argumentos para examinar la interacción entre ambos enfoques, y sugiere que la implementación de TQM puede, en parte, beneficiarse significativamente de la implementación de tecnologías de la Industria 4.0. Sin embargo, la generalización de esta relación podría cambiar según el contexto en el que se encuentren las nanostores (economía desarrollada, economía emergente, o economía en desarrollo). De hecho, nuestros resultados apoyan

empíricamente H3. Nuestros hallazgos demuestran un efecto de moderación positivo significativo de las tecnologías de la Industria 4.0 sobre la relación entre TQM y Rendimiento. Por lo tanto, mientras que el aumento de la TQM por sí sola tendría un efecto sobre el rendimiento, las nanostores que lo hicieran con un enfoque conjunto de mayor implementación de I4.0 lograrían una posición más competitiva en términos de rendimiento.

V. CONCLUSIONES

A. Implicaciones Teóricas

Con el advenimiento de la cuarta revolución industrial, la integración de las tecnologías inteligentes con la implementación de TQM está adquiriendo especial importancia. Las prácticas TQM tienden a ser más impactantes ya que la Industria 4.0 permite una mejora en los procesos de intercambio de información. Esto potencia el compromiso de los propietarios y empleados de nanostores, que es clave en TQM [8], así como en toda la cadena de suministro. La Industria 4.0 puede impulsar los resultados de la implementación de TQM, lo que resulta en una mejora de rendimiento. Nuestro estudio proporciona evidencia empírica para tal asociación y mejora, lo que se suma a la comprensión de la implementación de tecnología [20].

De hecho, una importante contribución teórica es la evidencia de que la implementación tecnológica conduce a los resultados esperados de moderación. Las prácticas de TQM ayudan a procesos organizacionales que favorecen las mejoras. Aunque la Industria 4.0 pueda (o no) tener un impacto en el rendimiento [43] su efecto podría cambiar cuando las prácticas de TQM se implementan simultáneamente. En otras palabras, los cambios organizativos que coinciden con la TQM refuerzan prácticas y comportamientos que, combinados adecuadamente con los avances tecnológicos actuales, permiten a las nanostores competir con éxito en un escenario para una Sociedad 5.0 [15] o Industria 5.0 [44], en el que las aplicaciones de tecnología y la simplicidad basada en el ser humano existen simultáneamente. Ciertamente existe una oportunidad, al implementar TQM, para que las nanostores sopesen inteligentemente las compensaciones al introducir tecnologías novedosas en lugar de simples procedimientos operativos estándar. Por lo tanto, la implementación de tecnología conduce a interacciones positivas con las prácticas de TQM, yendo más allá de la I4.0, hacia los principios de Sociedad 5.0 e Industria 5.0, creando valor para las personas [15].

Nuestro estudio también refuerza la validación de 10 prácticas de tecnologías de la Industria 4.0: E-Business, Efectividad en la implementación, Tecnología del Servicio, Control de procesos, Interfaces Electrónicos de Negocios, Tecnología de Procesos de Gestión del Servicio, Uso de las TIC con los Clientes, Niveles de Personalización, Coordinación Inter-organizacional: Mercadotecnia y E-

Sales/Ventas. En este sentido, nuestra investigación proporciona evidencia empírica de tecnologías de la Industria 4.0 que se comportan de manera similar y, por lo tanto, podrían adoptarse conjuntamente. Los estudios de seguimiento deben incluir tecnologías aún más avanzadas de la Industria 4.0.

Las ideas de este estudio también se examinaron desde la perspectiva de la teoría de la contingencia, que respaldan la naturaleza contingente del ajuste de moderación de TQM e Industria 4.0. Aunque los hallazgos no respaldan la suposición de que la implementación de la Industria 4.0 tiene un impacto directo en el rendimiento operativo, dentro del sector minorista de nanostores hondureños, su ajuste de contingencia afecta las prácticas de TQM, porque nuestros resultados concuerdan con los estudios realizados en otros contextos socioeconómicos [20]–[22], al identificar la contingencia de un efecto en la interacción entre TQM e Industria 4.0. Es muy posible que las nanostores estén obligadas hoy en día a centrarse en la mejora del rendimiento operativo, lo que podría lograrse mediante la implementación de nuevas tecnologías, no de forma aislada, sino en conjunto con TQM.

B. Contribuciones a la Gestión

A medida que los minoristas de nanostores buscan sistemas de operaciones eficientes y económicas, las nuevas tecnologías pueden contribuir a impulsar su competitividad, en especial en estos tiempos de pandemia. Sin embargo, aunque la I4.0 parece impactar al rendimiento, los hallazgos indican que no debe implementarse de forma aislada para facilitar el desarrollo de un mayor rendimiento a través de nuevos modelos de negocio y servicios. Su implementación conlleva desafíos adicionales de interacción con TQM para las nanostores, especialmente en economías en desarrollo.

La I4.0 es todavía un concepto relativamente nuevo, especialmente en los países económicamente en desarrollo [45], por lo que los malentendidos sobre sus conceptos y beneficios pueden conducir a efectos directos contrarios a la intuición: se pudieron haber producido efectos contrarios cuando los conceptos no fueron bien entendidos por los propietarios que los implementaron. Nuestra investigación enfatiza que la integración de tecnologías de I4.0 puede conducir a mejoras significativas en el rendimiento operativo, pero parece que es mejor si se aborda adecuadamente junto con TQM.

Así pues, nuestros hallazgos proporcionan a los propietarios de nanostores y profesionales una indicación del equilibrio adecuado entre la implementación de tecnologías de la I4.0 y las prácticas de TQM para mejorar el rendimiento operativo dentro de sus empresas. De hecho, nuestro estudio da argumentos para apoyar la gestión de los propietarios de nanostores: si implementan prácticas de TQM, deben priorizar la adopción de tecnologías orientadas a servicios, tales como Líneas de Limpieza y Organización, Satisfacción del Cliente, Control de Procesos, Nivel de Calidad del proveedor y Mejora

y Aprendizaje Continuo, para mejorar el rendimiento operativo. En resumen, nuestros hallazgos pueden ayudar a los propietarios de nanostores a anticipar las dificultades operativas al integrar las nuevas tecnologías relacionadas con TQM.

C. Limitaciones como oportunidades para investigación futura

Nuestra muestra tiene ciertas limitaciones. Dado que la muestra es de nanostores en Honduras, el aumento de la muestra mediante la replicación del estudio en diferentes países apoyaría la inferencia de resultados más generalizables, independientemente del contexto socioeconómico. Aunque usamos indicadores de rendimiento operativo como un proxy para el rendimiento financiero, dado que muchos de los indicadores financieros no fueron compartidos por los propietarios de nanostores, las mejoras observadas en los indicadores de rendimiento operativo probablemente tuvieron un impacto directo en el rendimiento financiero de la nanostore, mitigando cualquier preocupación relacionada con eso.

Además, las diferentes experiencias de las nanostores que utilizaron TQM también fueron una limitación de la muestra, ya que podrían tener diferentes etapas de madurez. Sin embargo, la mayoría de las empresas participantes tenían más de la mitad de las prácticas de operaciones de TQM. Además, dado la renuencia de los propietarios de nanostores en dar información financiera, futuros estudios podrían incluir datos de archivo (es decir, informes financieros a nivel de empresa disponibles públicamente, que se hacen especialmente en países industrializados) para validar los datos de rendimiento subjetivos.

Dado que nuestro estudio fue transversal, existe el potencial de futuros estudios longitudinales, que deberían recopilar medidas de operaciones más objetivas o involucrar a los empleados en la calificación de los niveles de implementación de TQM e Industria 4.0. Esto también incluye variables adicionales de TQM (por ejemplo, Liderazgo para la Gestión de la Calidad Total, Adiestrando para la Calidad, Dimensiones de la Calidad, Premios/Certificados de Calidad, Six Sigma). Además, los estudios de casos en profundidad que abordan las barreras o dificultades comunes con la implementación de TQM y de la Industria 4.0 pueden permitir una mejor comprensión de los desafíos inherentes a la implementación simultánea de estos enfoques. La falta de investigación empírica en este campo emergente ofrece amplias oportunidades para una mayor investigación en diferentes contextos socioeconómicos.

RECONOCIMIENTO

Investigación dentro de los marcos del Grupo de Investigación científica Cadena de Suministro y Operaciones GI-2021-04, Facultad de Ingeniería, así como el CURLP, Universidad Nacional Autónoma de Honduras.

REFERENCIAS

- [1] C. Ynzunza, J. M. Izar, J. Bocarando, F. Aguilar, and O. Larios, "El entorno de la industria 4.0: implicaciones y perspectivas futuras," *Concienc. tecnológica*, no. 54, pp. 33–45, 2017, [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6405835&info=resumen&idioma=ENG%250>
- [2] J. Carro Suárez, F. Flores Salazar, I. Flores Nava, and R. Hernández Hernández, "Industry 4.0 and Digital Manufacturing: a Design Method Applying Reverse Engineering," *Ingeniería*, vol. 24, no. 1, pp. 6–28, 2018, [Online]. Available: <https://doi.org/10.14483/23448393.13821>
- [3] G. Tortorella, A. Cawley, R. Miorando, and R. Sawhney, "The role of Industry 4.0 on the association between customers' and suppliers' involvement and performance improvement," in *Industry 4.0 Challenges, Trends, and Solutions in Management and Engineering*, Boca Ratón, FL: Taylor & Francis Group, 2020, pp. 133–159.
- [4] B. Do-Nascimento-João, C. L. De-Souza, and F. A. Serralvo, "A systematic review of smart cities and the internet of things as a research topic," *Cad. EBAPE.BR*, vol. 17, no. 4, pp. 1115–1130, Jan. 2019, doi: 10.1590/1679-395174442x.
- [5] R. Escamilla, J. C. Fransoo, and C. S. Tang, "Improving Agility, Adaptability, Alignment, Accessibility, and Affordability in Nanostore Supply Chains," *Prod. Oper. Manag.*, vol. 30, no. 3, pp. 676–688, 2021, doi: 10.1111/poms.13309.
- [6] S. Segura González, "Industria 4.0 en Centroamérica: estado actual y esfuerzos para su acercamiento a las PYMES ante los nuevos retos y oportunidades post COVID-19," *Rev. Fom. Soc.*, vol. 77, pp. 23–39, Apr. 2022, doi: 10.32418/rfs.2022.302.5189.
- [7] J. Benzaquen de Las Casas, "La ISO 9001 y TQM en las empresas latinoamericanas: Perú," *J. Glob. Compet. Governability*, vol. 8, no. 1, pp. 67–89, 2014, doi: 10.3232/GCG.2013.V8.N1.04.
- [8] J. Lee and J. Runge, "Adoption of information technology in small business: Testing drivers of adoption for entrepreneurs," *J. Comput. Inf. Syst.*, vol. 42, no. 1, pp. 44–57, 2001, Accessed: Aug. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/08874417.2001.11647038?journalCode=ucis20>
- [9] J. Sarkis, "Supply chain sustainability: learning from the COVID-19 pandemic," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 41, no. 1, pp. 63–73, Jan. 2021, doi: 10.1108/IJOPM-08-2020-0568.
- [10] S. Salimbeni and S. Bianchi, *Gestión de la Calidad en la industria 4.0*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: eDUtecNe, 2019. [Online]. Available: [https://ria.utn.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12272/4478/A-Gestión de la Calidad.pdf?sequence=2&isAllowed=y#page=165](https://ria.utn.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12272/4478/A-Gestión%20de%20la%20Calidad.pdf?sequence=2&isAllowed=y#page=165)
- [11] M. Beer, "Why Total Quality Management Programs Do Not Persist: The Role of Management Quality and Implications for Leading a TQM Transformation," *Decis. Sci.*, vol. 34, no. 4, pp. 623–642, Nov. 2003, doi: 10.1111/j.1540-5414.2003.02640.x.
- [12] I. B. da Silva, M. G. Filho, O. L. Agostinho, and O. F. Lima Junior, "A new lean six sigma framework for improving competitiveness," *Acta Sci. - Technol.*, vol. 41, no. 1, 2019, doi: 10.4025/actascitechnol.v41i1.37327.
- [13] M. Kebede Adem and S. S. Virdi, "The effect of TQM practices on operational performance: an empirical analysis of ISO 9001: 2008 certified manufacturing organizations in Ethiopia," *TQM J.*, vol. 33, no. 2, pp. 407–440, Feb. 2021, doi: 10.1108/TQM-03-2019-0076.
- [14] J. L. García-Alcaraz, D. J. Prieto-Luevano, A. A. Maldonado-Macías, J. Blanco-Fernández, E. Jiménez-Macías, and J. M. Moreno-Jiménez, "Structural equation modeling to identify the human resource value in the JIT implementation: case maquiladora sector," *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 77, no. 5–8, pp. 1483–

- 1497, Nov. 2015, doi: 10.1007/s00170-014-6561-5.
- [15] A. Permana, H. H. Purba, and N. D. Rizkiyah, "A systematic literature review of total quality management (TQM) implementation in the organization," *International Journal of Production Management and Engineering*, vol. 9, no. 1. Universidad Politecnica de Valencia., pp. 25–36, Jan. 29, 2021. doi: 10.4995/IJPM.2021.13765.
- [16] M. R. Acevedo Amaya, C. H. Ortega-Jiménez, J. A. D. Machuca, and R. Alfalla-Luque, "Industry 4.0: Current trend and future scope for further research in high performance manufacturing," *Proc. LACCEI Int. Multi-conference Eng. Educ. Technol.*, no. July, pp. 29–31, 2020, doi: 10.18687/LACCEI2020.1.1.303.
- [17] M. Mkansi, S. de Leeuw, and O. Amosun, "Mobile application supported urban-township e-grocery distribution," *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, vol. 50, no. 1, pp. 26–53, Jan. 2020, doi: 10.1108/IJPDLM-10-2018-0358.
- [18] A. H. Van De Ven and R. Drazin, "The concept of fit in contingency theory," *Res. Organ. Behav.*, vol. 7, no. 4, pp. 333–365, 1985.
- [19] H. Chaniago and Khare, "Analisis Kualitas Pelayanan , Kualitas Produk , dan Harga pada Loyalitas Konsumen Nano Store Analysis of Service Quality , Products Quality , and The Price on Nano Store Consumers ' Loy ... Available at <https://ijabo.a3i.or.id> Analisis Kualitas Pelayanan," no. February, 2021, Accessed: Sep. 10, 2022. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/349076606>
- [20] S. Sader, I. Husti, and M. Daroczi, "Total Quality Management in the Context of Industry 4.0," *Synerg. Int. Conf. - Eng. Agric. Green Ind. Innov.*, no. June 2018, p. 9001, 2017, Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/325692686>
- [21] P. Solano, "Gestión de la calidad y competitividad de las MyPes en el sector comercio, rubro tiendas de abarrotes en la Ciudad de Tumbes, año 2017," Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2021. Accessed: Sep. 19, 2022. [Online]. Available: <https://repositorio.uladec.edu.pe/handle/20.500.13032/23692>
- [22] R. Črešnar, V. Potočan, and Z. Nedelko, "Speeding up the implementation of industry 4.0 with management tools: Empirical investigations in manufacturing organizations," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 12, pp. 1–25, Jun. 2020, doi: 10.3390/s20123469.
- [23] J. Evans and W. Lindsay, *Managing for Quality and Performance Excellence*, 7th ed. Boston, NA: Thomson/South-Western, 2008.
- [24] J. R. Grandzol and M. Gershon, "Which TQM Practices Really Matter: An Empirical Investigation," *Qual. Manag. J.*, vol. 4, no. 4, pp. 43–59, 1997, doi: 10.1080/10686967.1998.11919147.
- [25] G. Odekerken-Schröder, K. De Wulf, H. Kasper, M. Kleijnen, J. Hoekstra, and H. Commandeur, "The impact of quality on store loyalty: A contingency approach," *Total Qual. Manag.*, vol. 12, no. 3, pp. 307–322, 2001, doi: 10.1080/09544120120034474.
- [26] A. M. Mosadeghrad, "Why TQM programmes fail? A pathology approach," *TQM J.*, vol. 26, no. 2, pp. 160–187, 2014, doi: 10.1108/TQM-12-2010-0041.
- [27] M. G. Brown, D. E. Hitchcock, and M. L. Willard, *Why TQM Fails and what to Do about it*. Irwin Professional Pub., 1994.
- [28] R. Drazin and A. H. Van de Ven, "Alternative Forms of Fit in Contingency Theory," *Adm. Sci. Q.*, vol. 30, no. 4, p. 514, Dec. 1985, doi: 10.2307/2392695.
- [29] F. G. H. Hartmann, "The impact of departmental interdependencies and management accounting system use on subunit performance: A comment," *Eur. Account. Rev.*, vol. 14, no. 2, pp. 329–334, Jan. 2005, doi: 10.1080/09638180500043527.
- [30] N. Venkatraman, "The Concept of Fit in Strategy Research: Toward Verbal and Statistical Correspondence," *Acad. Manag. Rev.*, vol. 14, no. 3, pp. 423–444, Jul. 1989, doi: 10.5465/amr.1989.4279078.
- [31] A. Wieland, C. F. Durach, J. Kembro, and H. Treiblmaier, "Statistical and judgmental criteria for scale purification," *Supply Chain Manag.*, vol. 22, no. 4, pp. 321–328, 2017, doi: 10.1108/SCM-07-2016-0230.
- [32] M. R. Bartolacci and S. Powell, *Advancements and Innovations in Wireless Communications and Network Technologies*. IGI Global (701 E. Chocolate Avenue, Hershey, Pennsylvania, 17033, USA), 2012. doi: 10.4018/978-1-4666-2154-1.
- [33] A. V. Roth, R. Schroeder, X. Huang, and M. M. Kristal, *Handbook of Metrics for Research in Operations Management: Multi-item Measurement Scales and Objective Items: Amazon.co.uk: Aleda V. (Vender) Roth, Roger G. Schroeder, Xiaowen Huang, M. (Mehmet) Murat Kristal: 9781412954518: Books. California, USA: SAGE PUBLICATIONS, INC., 2008. [Online]. Available: <http://www.amazon.co.uk/Handbook-Metrics-Research-Operations-Manag>*
- [34] C. Fornell and D. F. Larcker, "Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error," *J. Mark. Res.*, vol. 18, no. 1, p. 39, Feb. 1981, doi: 10.2307/3151312.
- [35] C. Fornell and D. F. Larcker, "Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error: Algebra and Statistics," *J. Mark. Res.*, vol. 18, no. 3, p. 382, Aug. 1981, doi: 10.2307/3150980.
- [36] D. L. Streiner, "Figuring out factors: The use and misuse of factor analysis," *Can. J. Psychiatry*, vol. 39, no. 3, pp. 135–140, 1994, doi: 10.1177/070674379403900303.
- [37] W. H. Chin, "How to Write Up and Report PLS Analyses," in *Handbook of Partial Least Squares*, Springer, Berlin, Heidelberg, 2010, pp. 655–690. doi: 10.1007/978-3-540-32827-8_29.
- [38] W. Skinner, "Manufacturing-missing link in corporate strategy," *Harv. Bus. Rev.*, vol. 47, no. 3, pp. 136–145, 1969, Accessed: Aug. 19, 2022. [Online]. Available: <https://hbr.org/1969/05/manufacturing-missing-link-in-corporate-strategy>
- [39] R. G. Schroeder, K. Linderman, and D. Zhang, "Evolution of quality: First fifty issues of production and operations management," *Production and Operations Management*, vol. 14, no. 4. Wiley-Blackwell, pp. 468–481, 2005. doi: 10.1111/j.1937-5956.2005.tb00234.x.
- [40] S. W. Kimani, E. K. Kagira, L. Kendi, and C. M. Wawire, "Shoppers Perception of Retail Service Quality: Supermarkets versus Small Convenience Shops (Dukas) In Kenya," *J. Manag. Strateg.*, vol. 3, no. 1, pp. 55–66, Feb. 2012, doi: 10.5430/JMS.V3N1P55.
- [41] Y. Liao, F. Deschamps, E. de F. R. Loures, and L. F. P. Ramos, "Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, no. 12, pp. 3609–3629, 2017, doi: 10.1080/00207543.2017.1308576.
- [42] A. G. Frank, L. S. Dalenogare, and N. F. Ayala, "Industry 4.0 technologies: Implementation patterns in manufacturing companies," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 210, pp. 15–26, Apr. 2019, doi: 10.1016/j.ijpe.2019.01.004.
- [43] G. Luz Tortorella, A. Mac Cawley Vergara, R. Miorando, and R. Sawhney, "The role of Industry 4.0 on the association between customers' and suppliers' involvement and performance improvement," in *Industry 4.0*, CRC Press, 2020, pp. 133–160. doi: 10.1201/9781351132992-5.
- [44] V. Özdemir and N. Hekim, "Birth of Industry 5.0: Making Sense of Big Data with Artificial Intelligence, 'the Internet of Things' and Next-Generation Technology Policy," *Omi. A J. Integr. Biol.*, vol. 22, no. 1, pp. 65–76, Jan. 2018, doi: 10.1089/omi.2017.0194.
- [45] B. Rodríguez-Pérez, S. Chalco Alban, and M. Salas Salazar, "ANÁLISIS DEL CONTEXTO PERUANO PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A INDUSTRIA 4.0," *Rev. Univ. y Soc.*, vol. 14, no. 3, pp. 9–25, 2022.

ANEXOS

Anexo 1. Indicadores de Rendimiento Competitivo			
Rendimiento Operativo			
Indicador	Pregunta	Indicador	Pregunta
Indicador 1	Entrega dentro del plazo previsto	Indicador 7	Apoyo en publicidad y promoción
Indicador 2	Cambios de productos	Indicador 8	Frecuencia de visita
Indicador 3	Opciones de pago	Indicador 9	Política de cambios
Indicador 4	Presentaciones de producto	Indicador 10	Atención al cliente
Indicador 5	Actividades de impulso	Indicador 11	Respuesta rápida a corto plazo
Indicador 6	Apoyo en infraestructura		

Anexo 2. Escalas de Gestión de la Calidad Total (TQM)			
Escala		Ítem	Pregunta
1	Mejora y Aprendizaje Continuo	Ítem 1.1	Me he capacitado y he aprendido sobre ventas, atención al cliente, programas de computadora u otros temas relacionados que son útiles para atender mi negocio.
		Ítem 1.2	Si no estamos constantemente mejorando y aprendiendo sobre cómo dar servicios de calidad a nuestros clientes, nuestra ganancia bajará.
2	Satisfacción del Cliente	Ítem 2.1	Me preocupo por conocer lo que mis clientes piensan sobre mi tienda y los productos que ofrezco.
		Ítem 2.2	Las personas que llegan a mi tienda encuentran siempre lo que buscan.
		Ítem 2.3	Los clientes que atendemos siempre regresan a comprar de nuevo.
		Ítem 2.4	La calidad de mis productos hace felices a los clientes.
3	Control de Procesos	Ítem 3.1	Tomo decisiones de abastecimiento basadas en información recolectada. Por ejemplo: Libros contables, control de inventarios, comportamiento del cliente
		Ítem 3.2	Todas las personas en su tienda siguen los mismos pasos para realizar las tareas
4	Nivel de Calidad del proveedor	Ítem 4.1	No recibo productos defectuosos o vencidos por mis proveedores.
		Ítem 4.2	No tengo problemas para que los proveedores me abastezcan.

Anexo 3. Escalas de Industrias 4.0 (I4.0)			
Escala		Ítem	Pregunta
1	E-Bussines	Ítem 1.1	Utilizo aplicaciones conectadas a internet para informar a mis clientes sobre los productos que ofrezco.
2	Interfaces Electrónicas de Negocios	Ítem 2.1	Con frecuencia promociono mis productos en redes sociales o aplicaciones del teléfono.
		Ítem 2.2	Me comunico con mis clientes mediante redes sociales o aplicaciones del teléfono.
3	E-Sales / Ventas	Ítem 3.1	Mis proveedores ofrecen catálogo de sus productos en línea
		Ítem 3.2	Utilizo aplicaciones móviles para rastrear a los proveedores en tiempo real
4	Niveles de Personalización	Ítem 4.1	La ubicación de mi tienda es estratégica para contar con nuevos clientes.
5	Control de procesos	Ítem 5.1	Cuento con algún tipo de tecnología que me avisa el momento para abastecer mi tienda
		Ítem 5.2	Tengo una aplicación en el teléfono que me avisa el momento de abastecer mi negocio
6	Uso de las Tecnologías de la Información con los Clientes	Ítem 6.1	La implementación de tecnología podría ayudarme a obtener mayores ganancias.
		Ítem 6.2	Obtener información del hábito de consumo de mis clientes podría ayudar a mi tienda.
7	Coordinación Inter-organizacional: Mercadotecnia	Ítem 7.1	Pago espacios publicitarios en internet para poder llegar a más clientes.
8	Efectividad en la implementación	Ítem 8.1	Realizo compras en internet para abastecer mi tienda
		Ítem 8.2	Realizo ventas de productos de mi tienda usando internet.
9	Tecnología de Procesos de Gestión del Servicio	Ítem 10.1	Siento disposición para implementar tecnología para mejorar el servicio de venta a mis clientes
		Ítem 10.2	Siento disposición para que las actividades repetitivas se realicen de manera automática (pagos de clientes, cierre de caja)
10	Tecnología del Servicio	Ítem 11.1	Utilizo teléfono (fijo o celular) de mi negocio para atender a mis clientes