

UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA

LEÓN

ESTUDIOS CON RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL POR
DECRETO PRESIDENCIAL DEL 27 DE ABRIL DE 1981



REPERCUSIÓN DE LA MANUFACTURA ESBELTA SOBRE DESEMPEÑO OPERACIONAL, SATISFACCIÓN LABORAL E INNOVACIÓN EN EL BAJÍO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTORA EN ADMINISTRACIÓN

PRESENTA

NOEMI LUCERO EMBRIZ LÓPEZ

DIRECTOR

DR. LUIS ADOLFO TORRES GONZÁLEZ

LEÓN, GTO.

2023

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	1
RESUMEN.....	5
ABSTRACT	6
INTRODUCCIÓN	7
CAPÍTULO I PROBLEMA DE ESTUDIO	9
1.1 Planteamiento del Problema.....	9
1.2 Justificación	10
1.3 Pregunta de investigación	11
1.4 Hipótesis.....	11
1.5 Objetivos	11
1.5.1 Objetivo general.....	11
1.5.2 Objetivos específicos	12
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Lean Manufacturing	13
2.2. Pensamiento Lean un factor de competitividad	15
2.3. La importancia de los desperdicios en la Filosofía Lean	16
2.4. Herramientas Lean	21
CAPÍTULO III ANTECEDENTES	25
3.1. Manufactura Esbelta en el Desempeño Operacional	25
3.2. Manufactura Esbelta en la Innovación.....	27
3.3. Manufactura Esbelta en la Satisfacción Laboral.....	29
CAPÍTULO IV CONSTRUCCIÓN DE INSTRUMENTO	31

4.1. Diseño del Instrumento de Medición	31
4.2. Estructura del Cuestionario	34
4.3. Prueba Piloto.....	39
4.4. Análisis validez y confiabilidad del instrumento	45
4.4.1. Análisis Fiabilidad	45
4.4.2. Reducción de dimensiones	48
4.4.2.1. Normalidad de los datos	48
4.4.2.2. Análisis Factorial.....	53
CAPÍTULO V MODELO DE INVESTIGACIÓN	58
5.1. Tipo de Investigación.....	58
5.2. Cálculo de la muestra	59
5.3. Procedimiento	61
5.4. Análisis de datos	62
CAPITULO VI RESULTADOS	68
CONCLUSIONES Y DISCUSIONES	75
REFERENCIAS	79
ANEXOS.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Métodos y Herramientas de Lean Manufacturing.....	32
Tabla 2 Estadísticos prueba piloto	42
Tabla 3 Análisis de Fiabilidad	46
Tabla 4 Prueba de normalidad	49
Tabla 5 Correlación entre ítems de dimensión.....	51
Tabla 6 Análisis Factorial Manufactura Esbelta	54
Tabla 7 Análisis Factorial Desempeño Operacional	55
Tabla 8 Análisis Factorial Innovación.....	56
Tabla 9 Análisis Factorial Satisfacción Laboral	56
Tabla 10 Participación por Industria	67
Tabla 11 Correlación Rho de Spearman.....	69
Tabla 12 Regresión Lineal Desempeño Operacional.....	71
Tabla 13 Regresión Lineal Innovación	73
Tabla 14 Regresión Lineal Satisfacción Laboral	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Los desperdicios	17
Figura 2 Herramientas Lean	21
Figura 3 Primera sección del cuestionario.....	35
Figura 4. Segunda sección del cuestionario	36
Figura 5 Cuarta sección del cuestionario.....	38
Figura 6 Quinta sección del cuestionario.....	39
Figura 7 Error tipo I y II.....	59
Figura 8 Herramienta de Preacher y Coffman para el cálculo del tamaño de n	61
Figura 9 Relación Manufactura Esbelta sobre Desempeño Operacional	72
Figura 10 Relación Manufactura Esbelta sobre Innovación.....	73
Figura 11 Relación Manufactura Esbelta sobre Satisfacción Laboral.....	74

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1 Rango de Edades.....	63
Gráfica 2 Participación por Estados	63
Gráfica 3 Antigüedad en la Empresa General	64
Gráfica 4 Antigüedad en la Empresa 1 a 5 años	64
Gráfica 5 Tamaño de la Empresa	65
Gráfica 6 Departamento/Área	66

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Instrumento de medición	90
Anexo 2 Estadísticos obtenidos del análisis de la prueba piloto	98
Anexo 3 Análisis de Fiabilidad	104
Anexo 4 Prueba de normalidad	106
Anexo 5 Correlación entre ítems	108
Anexo 6 Análisis Factorial	110
Anexo 7 Cálculo tamaño de muestra por RMSEA.....	114

RESUMEN

En la actualidad las empresas han implementado las herramientas de Lean Manufacturing (LM) como parte de las estrategias que les permitan hacer frente a los múltiples desafíos que se presentan en el mercado. La literatura revela diferentes publicaciones sobre los cuantificables beneficios que las organizaciones alcanzan mediante su implementación en el campo de la eficiencia de recursos y competitividad.

Por ello, la Manufactura Esbelta se ha vuelto un factor fundamental para el desarrollo de la industria a nivel mundial, no obstante, en México se tiene poca información del tema y no se ha explorado la perspectiva sobre el impacto que ejerce en el desempeño global de las organizaciones.

El motivo principal de esta investigación consiste en analizar la repercusión de Lean Manufacturing sobre las variables del Desempeño Operacional, Innovación y Satisfacción Laboral, la cual se desarrolló a través de modelaciones que reflejan la situación del contexto dentro de la zona Bajío en México. Para la recolección de la muestra se creó un instrumento de medición que se distribuyó por vía de medios electrónicos. Por su parte, para el análisis de la base de datos se optó por el uso de software especializado.

Los resultados expusieron que Lean Manufacturing impacta sobre el Desempeño Operacional, la Innovación y la Satisfacción Laboral. Sin embargo, solo dos de los métodos evaluados ejercen el efecto sobre las variables: Justo a Tiempo y Mapeo de la Cadena de Valor. A su vez la investigación revela información que sienta los antecedentes de la repercusión de la Manufactura Esbelta sobre la industria mexicana en las variables analizadas y las bases para el planteamiento de futuras investigaciones.

Palabras claves

Manufactura Esbelta, Innovación, Satisfacción Laboral, Desempeño Operacional.

ABSTRACT

Nowadays, companies have implemented Lean Manufacturing (LM) tools as part of the strategies in order to face the multiple challenges that arise in the market. The literature reveals different publications on the quantifiable benefits that organizations achieve through its implementation in the field of resource efficiency and competitiveness.

For this reason, Lean Manufacturing has become a fundamental factor for the development of the industry worldwide. However, in Mexico there is little information on the subject, and the impact it has on the global performance of organizations has not been explored.

The main reason for this research is to analyze the impact of Lean Manufacturing on the variables of Operational Performance, Innovation and Job Satisfaction. It was developed through modeling that reflects the situation of the context within the Bajío area in Mexico. For the collection of the sample, a measurement instrument was created, and it was distributed electronically. Meanwhile, the analysis of the database was done using a selected specialized software.

The results showed that Lean Manufacturing influences Operational Performance, Innovation and Job Satisfaction. However, only two out of five evaluated methods influence the variables: Just in Time and Value Stream Mapping. At the same time, the research reveals information that establishes the background of the impact of Lean Manufacturing on the Mexican industry in the variables analyzed and the bases for future research.

Key words

Lean Manufacturing, Innovation, Job Satisfaction, Operational Performance.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las empresas se enfrentan a diferentes situaciones externas que obstaculizan su desempeño atendiendo crisis financieras, recesiones económicas, incertidumbres políticas y escasez de materiales en un entorno globalizado que impulsa una fuerte competencia ante una nueva era de consumidores exigentes y altamente instruidos.

Para ello las organizaciones buscan estrategias que les permitan hacer frente y adaptarse a estas situaciones. Una de ellas que se adopta es la Filosofía de Manufactura Esbelta porque se enfoca en maximizar el valor agregado a través de la eliminación del desperdicio lo que lleva a mejorar la productividad de la operación y la calidad del producto permitiendo así incrementar su competitividad dentro de las diferentes industrias en las que contienden a nivel global.

Dentro de la literatura se pueden encontrar múltiples investigaciones que muestran los beneficios de las herramientas de Lean Manufacturing (LM) en diferentes empresas alrededor del mundo, sin embargo, en México se cuenta con poca información sobre del tema en comparación con los otros Países. Así mismo se identificó que no se tiene un mecanismo unificado para medir el efecto que tiene la Manufactura Esbelta sobre el desempeño global en las empresas.

En función con lo anterior, el propósito de la investigación es analizar si la Manufactura Esbelta repercute sobre tres variables que forman parte del rendimiento de la organización: el Desempeño Operacional, la Innovación y la Satisfacción Laboral, mediante la creación de un instrumento de medición y de un análisis estadístico que permitan modelar los efectos que sostiene la variable exógena sobre las endógenas, tomando como base los mecanismos creados por los autores Belekoukias et al. (2014), Calantone et al. (2002) y Blais et al. (1991).

La presente tesis muestra la importancia que conlleva la investigación del efecto que ejerce Lean Manufacturing sobre las variables en cuestión. Expone la necesidad de las empresas por implementar nuevos sistemas que les posibiliten mantenerse en los

mercados encontrando en la Manufactura Esbelta herramientas que les permiten mejorar su competitividad. De igual forma se destaca la poca información del tema en México y la falta de mecanismos que permitan medir el impacto de Lean sobre DO, Innovación y SL elementos bases sobre los que se despliegan las hipótesis y objetivos de la tesis.

En el marco teórico se precisa el origen de la Manufactura Esbelta y se exponen enfoques de diversos autores sobre su definición, se presentan los aspectos relevantes que la componen y se enmarca los beneficios de la filosofía en las organizaciones. Se señalan las principales herramientas que la constituyen, sus usos de aplicación, así como los conceptos que integran el desempeño global en las organizaciones.

Por su parte, en los antecedentes se muestran investigaciones sobre los que Lean interfiere en las variables de estudio; para Desempeño Operacional se destaca el uso de herramientas que maximizan el valor del producto reflejando beneficios sobre elementos que conforman el constructo, en Innovación se exhibe la importancia de esta filosofía para potencializar su desarrollo y para la Satisfacción Laboral la relevancia de la autonomía en la adopción de la cultura.

De igual forma, se presenta la elaboración del instrumento creado a través de la integración de tres constructos con la finalidad de evaluar el objetivo de la tesis. Éste se conformó por cinco secciones que fueron revisadas por expertos en el tema previo a la ejecución de una prueba piloto, la cual evaluó la confiabilidad y validez por medio de un estudio de fiabilidad y de un análisis factorial ambos con resultados favorables que concluyeron en un mecanismo de medición aceptable para la investigación.

Posteriormente se expone el procedimiento seleccionado para la recolección de datos, la conformación de la muestra y la base numérica que se utilizó para un estudio de correlación de Spearman que generó los resultados que posibilitaron la continuación de un modelo de análisis de regresión lineal y que por el cual finalmente se precisa que Justo a Tiempo repercutió sobre el Desempeño Operacional y la Innovación, de igual forma que el Mapeo de la Cadena Valor impactó sobre la Satisfacción Laboral.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE ESTUDIO

1.1 Planteamiento del Problema

El mercado se ha vuelto cada vez más complejo en un entorno globalizado con mayores productos y/o servicios, lo que impone a las organizaciones nuevos retos y exigencias para mantener su presencia, además de impulsarlas a operar de forma más efectiva y eficiente (Miraldes et al., 2015). No obstante, los clientes se han vuelto más exigentes al tener un mayor conocimiento de los bienes que consume eligiendo entre una gran variedad de opciones aquellos que cumplen el valor agregado que satisfacen sus requerimientos (Arroyo, 2004). Por lo tanto, las empresas se enfrentan a la necesidad de adaptarse a las condiciones por medio de sistemas como la filosofía LM para sobresalir en un entorno cambiante y competido (Buer et al., 2021).

Existen varios ejemplos en diferentes países y en diversos periodos de tiempo que muestran a las organizaciones destinar sus recursos a actividades de Lean con el fin de volverse más productivas al obtener mejoras enfocadas como en el caso de Bayhan et al. (2022) y Shetty et al. (2010) en USA, Dhingra et al. (2019) en India, Psomas et al. (2018) en Grecia, Al-Ashaab et al. (2016) y Hadid (2019) en UK, Hoffmann y Torres Jr (2019) en Brasil, Minovski et al. (2018) en República de Macedonia, Mojib (2016) y Anvari (2021) en Irán, Georgise y Mindaye (2020) en Etiopia, Ibrahim et al. (2020) en Malasia, Alefari et al. (2020) en Emiratos Árabes Unidos, Schmitt et al. (2021) en Suecia entre otros.

Sin embargo, en términos generales las investigaciones sobre LM son reducidas en el País comparadas con otras naciones, de igual forma los estudios que se pueden encontrar sobre el tema están situadas principalmente en el Norte de México. Además, de acuerdo con Amin et al. (2021) actualmente no hay claridad sobre el efecto de la

Manufactura Esbelta en el desempeño global de las instituciones y aún no se tiene una metodología unificada para medir con precisión el impacto que mantiene en ellas.

La investigación se lleva a cabo en México, un lugar de riqueza cultural entre sus diferentes regiones y situación que introduce variabilidad al análisis. Dado lo anterior esta se centrará particularmente en el Bajío con el fin de mitigar el ruido en el estudio provocado por las diferencias del contexto social. Zona que ha experimentado un fuerte crecimiento de empresas dedicadas a la transformación tras las inversiones de diferentes capitales extranjeros que ha recibido en los últimos 15 años.

El modelo se enfoca en la industria de la manufactura en organizaciones que sostienen herramientas de Lean en sus procesos, mediante entrevistas anónimas de los colaboradores que mantienen posiciones con conocimientos de LM desarrolladas durante el periodo de la pandemia del Covid-19.

1.2 Justificación

Esta modelación permite analizar el impacto que tiene LM a través de cinco métodos con sus respectivas herramientas sobre el Desempeño de la Operación medida desde diferentes indicadores basados en la propuesta desarrollada por Belekoukias et al. (2014). Del mismo modo que examina el efecto con el Capital Humano por medio de la Satisfacción Laboral y el impacto hacia la innovación en las empresas:

1. Métodos Lean Manufacturing.
 - a) Just In Time/Justo a Tiempo (JIT).
 - b) Total Productive Maintenance/Mantenimiento Productivo Total (TPM).
 - c) Autonomation/Autonomización de los defectos.
 - d) Value Stream Mapping/Mapeo de la Cadena de Valor (VSM).
 - e) Mejora Continua.
2. Indicadores del Desempeño de la Operación.
 - a) Calidad.
 - b) Tiempo de Respuesta.

- c) Fiabilidad.
 - d) Flexibilidad.
 - e) Costo.
3. Satisfacción Laboral.
 4. Innovación.

1.3 Pregunta de investigación

¿La Manufactura Esbelta repercute sobre el Desempeño Operacional, la Satisfacción Laboral y la Innovación en la zona Bajío?

1.4 Hipótesis

- H1. La Manufactura Esbelta repercute al Desempeño Operacional en el Bajío.
- H2. La Manufactura Esbelta incide en la Innovación en el Bajío.
- H3. La Manufactura Esbelta impacta a la Satisfacción Laboral en el Bajío.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Analizar si la Manufactura Esbelta repercute en el Desempeño Operacional, la Satisfacción Laboral y la Innovación en la zona Bajío-México, mediante el uso de análisis de regresión lineal.

1.5.2 Objetivos específicos

1. Investigar literatura sobre Manufactura Esbelta, Desempeño Operacional, Satisfacción Laboral e Innovación en la industria para sentar las bases del modelo a través del uso de buscadores académicos y científicos.
2. Determinar el conjunto de métodos y herramientas para evaluar la Manufactura Esbelta soportado en los principios del Sistema de Producción Toyota (TPS).
3. Definir los indicadores para medir el Desempeño Operacional por medio del análisis sobre previas investigaciones publicadas en fuentes científicas.
4. Establecer las preguntas para evaluar la Satisfacción Laboral y la Innovación por medio de la revisión de artículos indexados emitidos por expertos en la materia.
5. Generar un instrumento de medición válido y confiable para la recolección de datos mediante el empleo de análisis estadísticos.
6. Analizar la información para determinar los resultados de la búsqueda a partir de una técnica de modelado estadística.
7. Presentar los resultados para conocer la interrelación de las variables a través, de la interpretación de estos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Lean Manufacturing

Para el entendimiento del principio de la Manufactura Esbelta se requiere comenzar con Henry Ford y Frederick Taylor. El primero implementó la división de trabajo en la manufactura bajo los principios de Adam Smith para soportar la producción en sus líneas de ensamble. Por su parte el segundo estableció la estandarización del trabajo que busca pluralizar el procedimiento más eficaz para ejecutar la tarea basándose en el estudio de tiempos y métodos de trabajo (Atti, 2019).

Con la división de trabajo cada unidad de la fábrica está enfocada en la optimización de la producción, pero con el Fordismo el flujo del trabajo ya no está dado por las personas, sino por el tiempo ciclo automático de las máquinas que permite simplificar las tareas dando como resultado un aumento en la productividad. Esto fue conveniente para las empresas norteamericanas al terminar la Segunda Guerra Mundial dado que requirieron incrementar la producción en masa por el aumento de la demanda y el surgimiento de políticas orientadas a la estabilidad de los mercados. A finales de los años 60 el modelo de Ford y Taylor llegó a su límite puesto que se redujo la productividad al igual que los niveles de rentabilidad por lo que era necesario la adopción de nuevos mecanismos que otorgaran soluciones a las estructuras burocráticas creadas por la producción en masa surgiendo de esta manera el sistema desarrollado en Toyota; Lean Manufacturing para hacer frente a las nuevas necesidades de estructuras flexibles para atender las diferentes demandas dado que ya que no era sostenible mantener líneas operativas de gran escala (Cuggia-Jiménez et al. 2020 y Prakash y Chin, 2014).

La Manufactura Esbelta nace en Toyota a través de la historia de su corporación iniciando con Sakichi Toyada el inventor de la autonomización de los defectos también conocida como jidhoka, una de las herramientas Lean. Ésta consiste en detener el flujo

de manufactura cuando se identifica una discrepancia en el proceso impidiendo que el producto continúe su fabricación. Él desarrolló un dispositivo para los telares de su fábrica, el cual detenía la operación cuando detectaba un hilo roto evitando que prosiguiera el proceso, lo que dio pauta a que un trabajador pudiera operar más de una máquina. Más adelante su hijo Kiichiro Toyoda mejoró el diseño de las máquinas de hilado con equipos que no presentaban fallas y lo vendió logrando con ello obtener el capital necesario para fundar Toyota Motor Corporation (Socconi, 2019).

A finales de 1949 las bajas ventas de la compañía la llevaron a despedir a una gran parte de su plantilla de personal y en el siguiente año Eiji Toyoda, sobrino de Kiichiro, decidió viajar a Norteamérica a una planta de Ford en donde detectó que el principal problema de un sistema de producción son los desperdicios, además se percató de las limitantes que tenía el sistema norteamericano para ser aplicado en su país dado que la demanda de autos en Japón era menor, con un mayor número de modelos para elegir, con leyes de trabajo que impedían los despidos y con empresas sin el capital necesario para adquirir la tecnología del occidente. Eventualmente Eiji asumió el liderazgo de la compañía y en conjunto con Taiichi Ohno la convirtieron en una empresa internamente exitosa que desarrolló la herramienta justo a tiempo generando fuertes ganancias (Rajadell Carreras, 2021).

En este tiempo Japón se enfrentaba a grandes dificultades por el fin de la Segunda Guerra Mundial, estaban conscientes de su posición económica a nivel mundial ya que solo contaban con sus propios recursos para su desarrollo. En la industria automotriz la estrategia de Estados Unidos se basaba en la reducción de costos por la producción de altos volúmenes y pocos modelos, los japoneses mantenían el reto de competir sin tener los beneficios económicos de la producción a gran escala y las ventajas de los sistemas de Ford y Taylor por manejar pocos modelos en las líneas operativas (Dave, 2020). Frente a esta situación se desarrolló un modelo de producción impulsado por Shigeo Shingo y Taiichi Ohno bajo los principios de la reducción del desperdicio (W), la mejora continua y el involucramiento de la gente que llevó a un flujo continuo y una respuesta adecuada al mercado japonés lo que dio paso a la creación del TPS y lo que actualmente se conoce como Manufactura Esbelta (Dieste et al., 2020).

En relación con su definición existen diversas aportaciones de diferentes autores entre las que podemos mencionar la de Lander y Liker (2007) que basan su conceptualización en dos principales funciones la reducción del costo por la eliminación del W y el manejo adecuado de las capacidades de los trabajadores. Rahman et al. (2013) la describen como una práctica sistemática en la eliminación de desechos tanto para las tareas de los trabajadores como en el tiempo de inventario. Para Johansson y Osterman (2017) es un sistema enfocado a incrementar las actividades de Valor Agregado (VA) eliminando el Valor No Agregado (non-VA) en la transformación del producto o servicio, con la función de gestionar las proporciones del valor (V) en relación con W. Entendiendo como V el valor percibido por el consumidor que funge como especificaciones externas para desarrollar las referencias internas y que define las acciones de VA en el proceso que transforman al producto-servicio, en ese sentido las actividades adicionales son consideradas como W ya que el cliente no está dispuesto a pagar por ellas. Taj (2005) enfatiza el aspecto humano y no humano. El primero enfocado al tipo de organización, satisfacción laboral, formación y satisfacción del equipo, y el segundo dirigido a las actividades que conllevan la operación como: el inventario, el plan de producción, la logística, entre otros.

2.2. Pensamiento Lean un factor de competitividad

Una de las formas en la que las empresas pueden incrementar su competitividad es mediante la filosofía Lean porque a través de sus herramientas se sostiene la mejora continua que contribuye con la calidad, productividad, reducción de costos, flexibilidad, fiabilidad y otros beneficios que fortalecen a las organizaciones para permitirles enfrentar las adversidades de los mercados altamente disputados (Deshmukh et al., 2022).

La base de Lean parte del planteamiento en el que el desperdicio es todo aquello que no añade valor al producto y que valor se considera aquello que genera una transformación por lo que el cliente está dispuesto a pagar. Por ende, la organización debe enfocarse en eliminar las ineficiencias de los procesos para alinearse a las

demandas de los usuarios finales. Sin embargo, generalmente un bajo porcentaje de los procesos aporta valor agregado a la pieza final. Es por ello que existe una gran área de oportunidad para la aplicación de mejoras que permitan reducir y retirar actividades que no contribuyen con el producto (Putri y Dona, 2019).

Además, la implementación de este tipo de acciones incrementa los niveles de productividad debido que ésta se deriva de la relación entre las salidas y entradas en un proceso. En otras palabras, depende del aprovechamiento de los recursos en las actividades de transformación de tal forma que al reducir los desperdicios el nivel de productividad se verá favorecido al obtener mejores resultados manteniendo los mismos insumos, es decir hacer más con menos (Palange y Dhattrak, 2021).

Mediante un sistema de detección, disminución y eliminación de desperdicios en las diferentes áreas de la empresa se puede lograr un resultado positivo en los indicadores claves de la organización dando como resultado un incremento en la rentabilidad que soporta la competitividad (R. et al., 2019).

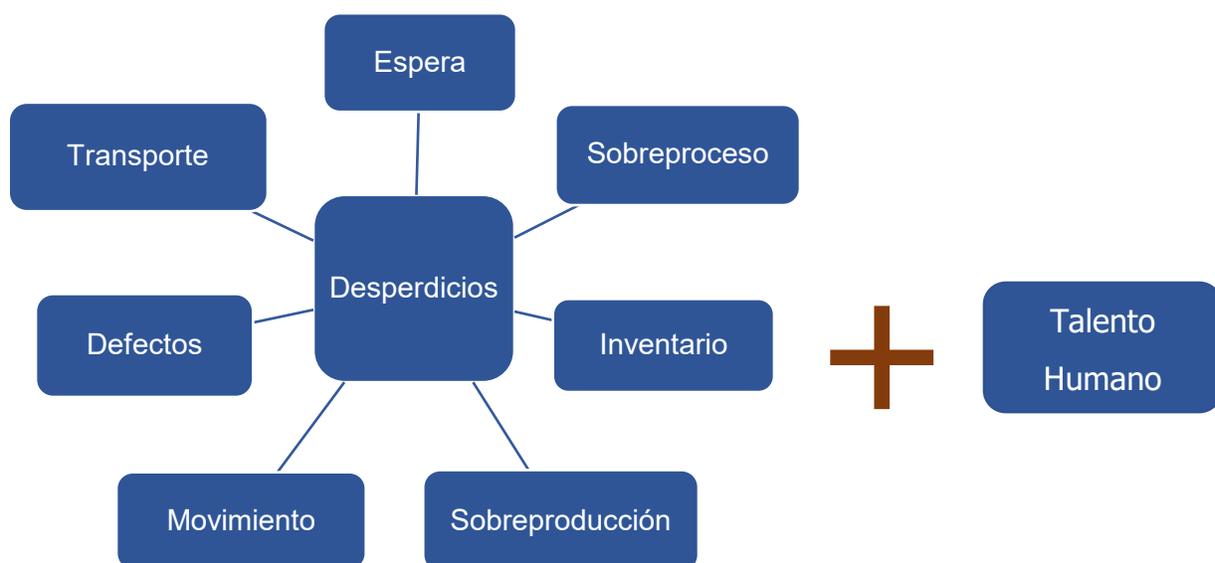
Lean es universal porque puede ser aplicada a cualquier tipo de organización ya sea de manufactura o servicio, grande o pequeña, con capital público o privado, etc. Sin embargo, requiere del entendimiento y compromiso de todo el personal que la constituye para que realmente se logre una implementación que soporte la ejecución de las actividades que demanda y así obtener una diferenciación entre las empresas que funja como estrategia de competitividad para contender en un comercio global (Habib et al., 2023).

2.3. La importancia de los desperdicios en la Filosofía Lean

Como se ha mencionado la Manufactura Esbelta se enfoca en eliminar o reducir al mínimo el valor no agregado a través de la cadena de valor productiva, para ello es necesario conocer los desperdicios que buscan ser erradicados de forma sistemática. Taiichi Ohno los encuadra en siete dentro del sistema Toyota. Sin embargo, algunos

autores coinciden en la importancia de añadir el talento humano al listado (Balamurugan et al., 2020). Éstos se exponen en la figura 1.

Figura 1 Los desperdicios



Fuente. Adaptación de Taiichi Ohno.

La sobreproducción implica fabricar más volumen de lo necesario, antes de lo requerido o más rápido de lo solicitado, de igual forma conlleva el diseñar o invertir en equipos con capacidad de producción mayor a la demanda. Se califica como el peor de los siete por ocasionar otros desperdicios al perder tiempo y material en la fabricación de un producto que no será utilizado, generar movimiento innecesario de material e incrementar el inventario en el almacén. Generalmente se ocasiona por el exceso de capacidad productiva instalada en la fábrica. Sus principales características son:

- Exceso de inventario.
- Grandes lotes de producción.
- Máquinas excedidas en capacidad.
- Flujo de producción no balanceado.
- Materiales y equipos obsoletos.

- Problemas ocultos.
- Falta de calidad (Shah y Ganji, 2017).

El sobreproceso se refiere a la acción de añadir más valor al producto del cual el cliente está dispuesto a pagar por lo que resultan inútiles para la pieza final, por ejemplo, inspecciones adicionales, limpiezas innecesarias, tareas duplicadas, entre otros. El diseño y la ejecución de un proceso debe enfocarse en transformar la mercancía sin invertir tiempo ni esfuerzo adicional al necesario para cumplir las especificaciones planteadas por el consumidor. Entre otras cualidades se distingue por:

- Mal diseño del equipo.
- Capacidad inadecuada de producción
- No mantiene trabajo estandarizado.
- Poca información o confusa relacionada con el desarrollo del trabajo.
- Administración deficiente y burocrática (Gupta y Chandna, 2020).

El inventario se identifica por tener mayor cantidad de artículos de la que se requiere para satisfacer las necesidades del cliente. Esto implica el acumulamiento de materia prima, producto en proceso y mercancía terminada. Los excesos anteriores conllevan al incremento en el tiempo requerido para el procesamiento de los requerimientos, desbalances en las líneas de operación, problemas de calidad, incumplimiento con las fechas de entrega, paros de máquina. Visto desde la perspectiva Justo a Tiempo se le considera una manifestación en las empresas ineficientes porque permiten ocultar los problemas debido a que dentro del inventario se pierden los productos obsoletos, caducos y defectuosos que difícilmente se les ubica físicamente. Además, incurren en gastos adicionales para su almacenamiento, manejo y cuidado, sin olvidar el costo de oportunidad por mantener el dinero en inventarios en lugar de alguna alternativa de inversión. Se destaca por las siguientes singularidades:

- Almacenes con grandes espacios.
- Contenedores de gran capacidad.
- Exceso de equipo móvil.
- Altos volúmenes de producto en espera para su producción.
- Baja rotación de los inventarios.

Los defectos se relacionan con las actividades adicionales que deben de ejecutarse por los errores cometidos durante el curso de transformación. En consecuencia, los puestos de trabajo deben ser diseñados a prueba de error para que los productos no continúen su manufactura cuesta arriba asegurando que los artículos que lleguen a los usuarios finales cumplan los estándares de calidad y no se incidan en costos adicionales por retrabajos al final de la línea, por su re inserción en el proceso para la recuperación de materiales o por el desecho de productos por no funcionales. Se caracterizan por:

- Problemas de calidad.
- Contar con demasiado personal dedicado a inspecciones, retrabajos y reparaciones.
- Disponer inventarios para retrabajos.
- No manejar una planeación adecuada.
- Poseer un diseño inapropiado del proceso.
- Generar pérdidas.
- Experimentar baja confiabilidad de las máquinas.
- Padecer insatisfacción laboral (Sivaraman et al., 2020).

La espera se refiere al tiempo perdido por una ineficiencia en la secuencia de las actividades o en el proceso. En otras palabras, se relaciona con el lapso que se desaprovecha cuando la operación aguarda a que el operador termine el trabajo, a que la máquina concluya la operación, al surtimiento de materiales o herramientas, incluso a la indicación de instrucciones o directrices. La espera no agrega valor agregado al producto por lo que los clientes no están dispuestos a pagar por ella por lo tanto es necesario suprimirla. Se identifica esencialmente porque:

- El operador espera a que otra persona o una máquina terminen su ciclo.
- La máquina espera a que otro equipo u operador finalice su actividad.
- Existe exceso de material acumulado entre procesos para ser procesado.
- Las máquinas presentan paros no planeados.
- Se destina tiempo para realizar actividades ajenas a la operación (De Souza y Carpinetti, 2014).

El desperdicio de movimiento está asociado al traslado de los empleados entre los diferentes puntos de lugar de trabajo para la ejecución de sus actividades incrementando el valor no agregado al producto, por ejemplo, los pasos innecesarios por un mal diseño en una operación, la caminata ejercida por la búsqueda de herramienta o material faltante en el área de trabajo, un layout inadecuado, entre otros. Entre sus particularidades se destaca que:

- Se destina mucho tiempo para la ubicación de materiales y herramientas.
- Se requiere invertir tiempo para encontrar personas o instrucciones.
- Los empleados caminan y se agachan injustificadamente en sus actividades.
- Los recursos de los operadores para la ejecución de sus tareas se encuentran fuera del alcance (Mofolasayo et al., 2022).

El transporte se refiere al movimiento o manipulación innecesaria de material de un lugar a otro dentro de la fábrica. El traslado no implica un valor agregado para el cliente sin embargo si añade un costo al producto por ello es importante reducirlo al mínimo mediante el diseño adecuado de un layout que mantenga un flujo continuo y una distancia mínima entre las operaciones. Así mismo mantener una ruta óptima de abastecimiento de material que evite desplazamientos inútiles. Se distinguen por:

- Uso de contenedores de grandes dimensiones y difíciles de manejar.
- Mal manejo administrativo y control de los inventarios.
- Demasiado movimiento y manipulación de materiales.
- Exceso de estantería, equipo móvil y personal para el desplazamiento de material.
- Layout con distancias largas entre procesos y bodegas de material.
- Tránsito desmedido en área operativa (Putri y Dona, 2019 y Buzón Quijada, 2019)

El desperdicio del talento humano está vinculado con la falta de aprovechamiento de su conocimiento, la experiencia adquirida durante su trayectoria y su creatividad. Algunas características son:

- Empleados desmotivados.
- Falta de propuestas de mejoras.
- Altos niveles de rotación del personal.
- Insatisfacción laboral (Rajab et al., 2022).

2.4. Herramientas Lean

La función de las herramientas de Manufactura Esbelta se centra en maximizar el uso de los recursos, reducir el tiempo ciclo y minimizar el inventario. Existen diferentes tipos que deberán ser seleccionadas correctamente acorde a las necesidades que se presenten, por ello es importante su conocimiento y entendimiento (Palange y Dhattrak, 2021 y Belekoukias et al., 2014). En la figura 2 se exponen las más habituales y posteriormente se despliega una explicación para cada uno de ellos.

Figura 2 Herramientas Lean



Fuente. Adaptación de Belekoukias et al. (2014).

Mapeo de la Cadena de Valor o VSM (Value Stream Mapping) por sus siglas en inglés, es un instrumento gráfico que retrata todas las actividades en la planeación y fabricación de un producto o servicio de tal forma que posibilita la identificación de los desperdicios. De igual modo permite calcular el Lead Time que es el tiempo que requiere una pieza para ser procesada desde la colocación de la orden hasta el punto de la entrega final incluyendo los periodos de fabricación, traslado, espera, inventario, es decir

todo aquel por el que atraviesa la pieza hasta llegar a su destino. El dato es importante porque posibilita observar cuál es el tiempo en que la empresa puede responder ante un requerimiento dado de su cliente (Noto y Cosenz, 2021).

5s se enfoca a mantener las áreas de trabajo organizadas, ordenadas y limpias. Así mismo coadyuva a mejorar la seguridad, el funcionamiento de las máquinas, la calidad, la producción y el ambiente de trabajo. Su nombre proviene de las iniciales de las palabras japonesas que componen el método: Seiri, Siton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Una traducción apropiada al español de éstas sería: Clasificar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Mantener.

- Clasificar se refiere a retirar los artículos que no son útiles en el lugar de trabajo.
- Ordenar implica organizar los elementos que se emplearán en el área de tal forma que sean fáciles de tomar, ubicar y guardar.
- Limpiar regularmente la zona permite identificar anomalías que conlleve a tomar medidas para evitar un problema mayor, además favorece el orden y la seguridad.
- Estandarizar se enfoca en desarrollar métodos que garanticen la permanencia de las tres primeras "S" para lograr convertirlas en hábitos dentro de la empresa.
- Mantener se vincula con la implementación de la disciplina que sostenga el compromiso de conservar el sistema y continuar con la mejora (Randhawa y Ahuja, 2017).

Los controles visuales son una forma sencilla de difundir información que permite detectar rápidamente cuando se ha incurrido en una acción que se encuentra fuera de lo establecido algunos ejemplos son líneas en piso que delimitan contenedores, símbolos que indican lugares para discapacitados y señal de ruta de evacuación. Son importantes en las empresas porque dan a conocer de un modo fácil los estándares a todo el personal para respetarlos, de igual modo simplifica la detección de los desperdicios (Tezel y Aziz, 2017).

El objetivo de la estandarización es reducir la variabilidad del proceso mediante la documentación de las actividades tomando en consideración el mejor método para realizar la actividad. Los estándares requieren ser claros y concisos para que funjan como guía de producción del personal incluyendo aquellos que sean de nuevo ingreso.

Además, dentro de sus estatutos deben considerar la calidad, seguridad, tiempo y costo (Míkva et al., 2016 y Vijay y Prabha, 2021).

La Efectividad Global de los Equipos conocido como OEE (Overall Equipment Effectiveness) es una práctica enfocada a monitorear y mejorar la eficiencia de los equipos en los procesos de manufactura. Es un indicador que mide el porcentaje de tiempo productivo en una máquina. Está integrado por los porcentajes de tres variables: calidad, rendimiento y disponibilidad.

- La disponibilidad contempla el tiempo total que el equipo está operando, cualquier acción que pare su funcionamiento lo afecta directamente.
- El rendimiento se vincula con las causas que merman la velocidad máxima establecida por el fabricante o los tiempos estandarizado, generalmente son provocados por pequeños paros o ciclos lentos.
- La calidad cuantifica la cantidad de piezas producidas que no cumplen los estándares de los consumidores (Sivakumar y Manivel, 2020).

El Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance, TPM) se enfoca en asegurar la confiabilidad del equipo. Es decir, en garantizar el funcionamiento óptimo de las máquinas y sistemas para correr una producción sin fallas, a velocidades estándares y entregando productos con calidad. Su ejecución requiere de la participación del personal del área de mantenimiento y operaciones que en conjunto encaminan esfuerzos para lograr los objetivos de la metodología al reducir las pérdidas operativas por mal funcionamiento de los equipos, acelerar las mejoras de los equipos y maximizar el OEE (Suryaprakash et al., 2021).

El SMED (Single Minute Exchange of Dies) también conocido como cambio rápido de modelo es una técnica alineada a reducir el tiempo de setup. Éste es el periodo que se contabiliza entre la última pieza de la corrida en turno hasta la primera parte del siguiente modelo. El método se enfoca en analizar las tareas que se realizan durante el cambio para trasladar aquellas que puedan llevarse a cabo mientras el equipo se encuentra operando para reducir el tiempo total de dicha actividad (Balaji et al., 2022 y Bhade y Hegde, 2020).

El significado de la palabra Kaizen es Mejora Continua y consiste en la implementación acumulada de cambios progresivos y constantes por parte de los trabajadores (Georgise y Mindaye, 2020). Uno de sus principales instrumentos de apoyo es el Círculo de Deming por ser un proceso cíclico en la detección, evaluación y corrección de los problemas que consta de cuatro etapas:

- Planear. Se analiza el problema y se definen las acciones para hacerle frente.
- Hacer. Se ejecutan las actividades registradas y se les da seguimiento hasta su cierre.
- Verificar. Se corroboran y evalúan los resultados obtenidos.
- Actuar. Se estudian posibilidades de mejoras potenciales (Xiwei et al., 2014).

Justo a Tiempo es un sistema de producción Pull (Jalar). Éste se encuentra orientado al cliente por lo que solo se fabrica lo que se le solicita buscando maximizar el valor agregado. Se caracteriza por trabajar con flujos continuos, mínimos inventarios y procesos flexibles. Su idea principal es mantener contacto directo con su consumidor para atender las órdenes de fabricación en sentido opuesto a la secuencia tradicional de producción con el fin de utilizar la menor cantidad de recursos y con un mejor tiempo de respuesta (Atti, 2019).

La Autonomización de los defectos también conocida como Jidoka se orienta en fortalecer la calidad mediante la instalación de mecanismos que permiten detener la operación de los equipos al detectar anomalías durante la fabricación de la pieza y evitar que los defectos avancen a las siguientes fases de producción. Los dispositivos pueden accionarse de forma automática o manual (Chiarini, 2011).

CAPÍTULO III

ANTECEDENTES

3.1. Manufactura Esbelta en el Desempeño Operacional

Durante varios años las organizaciones han utilizado las herramientas Lean como recursos para optimizar sus operaciones y mantener una competitividad en el mercado que les permite mantenerlas a través del tiempo al cumplir los requerimientos del cliente, diversos autores exhiben los beneficios y mejoras que la Manufactura Esbelta otorga a las empresas a nivel operacional con su implementación.

Hemalatha et al. (2021) presentan una investigación en una empresa para la fabricación de calderas en el que se utilizan herramientas de Lean Manufacturing para determinar los niveles de inventario en proceso que permite cumplir con el tiempo de respuesta de los clientes para los diferentes ítems que maneja la organización.

Su planteamiento consiste en resolver la causa raíz de los problemas, la implementación de Kanban y en los costos de inventario, lo que conlleva a la optimización de las instalaciones, maquinaria, procesos y sistemas para dar como resulta un producto con calidad a menor costo.

Por su parte Jimenez et al. (2019) centran su análisis en el uso de herramientas Lean dentro de una empresa de procesamiento y comercialización de pescados bajo el enfoque de la eliminación de los desperdicios que afectan la calidad y productividad con la intención de incrementar la cadena de valor de la empresa.

La evaluación mostró reducción en el margen de utilidad en los últimos tres años, así como un aumento en el índice de devoluciones de productos por no cumplir las especificaciones de los clientes y la mala calidad en la mercancía, situación que debía frenarse al poner en peligro la continuidad de la empresa por repercutir en un fuerte impacto financiero y una mala imagen en el mercado. Para determinar posibles soluciones para esta problemática se trabajó bajo una metodología de tres pasos:

caracterización del proceso, identificación de desperdicios y propuestas de mejora bajo herramientas Lean, con lo que se proporcionaron elementos para mejorar la organización de la planta, innovación y tiempos de los procesos que impactaron la reducción de reclamos, devoluciones de productos, y confianza del cliente, lo que se reflejó en una recuperación de los márgenes de utilidad.

Pena et al. (2020) exponen un proyecto de mejora mediante LM para hacer frente al crecimiento de la organización e incremento de su demanda con el que se desarrollaron acciones de organización e identificación de materia prima en el supermercado, creación de herramienta para el cálculo de consumo de cable, desarrollo de procedimientos para la generación de pedidos y suministro de material, así como la implementación de un tablero de control de producción.

Lo anterior resultó en una disminución de alrededor del 15% en el tiempo de cambio para el proceso de corte de cable, la eliminación de la falta de material en el área, el decremento del tiempo muerto en producción y la reducción de la variabilidad en las referencias de los cables, este último incrementó la flexibilidad y permitió la instalación de una máquina automática de corte y prensado. Dadas las mejoras registradas los autores recomendaron continuar con la implementación de Lean Manufacturing en los diferentes procesos de la fábrica para lograr impulsar el progreso de la organización.

Shahriar et al. (2022) utilizan la herramienta de 5S con un enfoque a la reducción de los desperdicios de la "Espera" y el "Movimiento" con el fin de mejorar la productividad y calidad a un bajo costo en una empresa de fabricación de bolsas de plástico en Bangladesh. Para ello todas las actividades de los tres procesos que comprenden la fabricación del producto: soplado, impresión y sellado fueron analizadas bajo una técnica 5S adaptada a la mejora, con el objetivo de eliminar movimientos innecesarios y el tiempo de espera que se encontraba concentrado principalmente en la búsqueda de herramientas.

Dicha empresa mantiene un número alto de variantes en sus productos por las formas, colores y requisitos de sellados situación que le provoca contar con numerosos herramientas para los diferentes artículos. Dentro del proceso de las 5S la segunda

etapa es la organización en la que se estableció un orden adecuado en los racks donde ellos son almacenados lo que resultó en una reducción en el tiempo de búsqueda de los sopladores y los bloques de impresión.

La implementación de 5S no solo optimizó los tiempos en el proceso de la operación total, también favoreció la limpieza en el entorno de trabajo, redujo las quejas de los clientes y favoreció la seguridad de los trabajadores con especificaciones ergonómicas con una inversión muy baja.

3.2. Manufactura Esbelta en la Innovación

En forma general la participación de Lean en la Innovación se puede visualizar desde dos vertientes:

- I. Manufactura Esbelta como apoyo al desarrollo de la Innovación en las organizaciones.
- II. La integración de la Innovación para potencializar los resultados de la implementación de Lean Manufacturing.

La primera postura se centra en los beneficios que se obtienen en las empresas para desarrollar Innovación debido a la implementación de la Manufactura Esbelta. (Mvulirwenande y Wehn, 2020) describe Innovación como una forma de crear o mejorar productos, procesos o métodos para la ejecución de las actividades sobre las que se identifican diferentes tipos como: de producto y proceso, radical e incremental, tecnológica y no tecnológica, finalmente cerrada y abierta, es decir se puede percibir a LM en sí misma como innovación dado que su implementación mejora al proceso y al producto. Möldner et al. (2020) sustenta lo anterior con una investigación realizada con participantes de diferentes países en el que demuestra que las prácticas Lean sostienen un impacto positivo en la innovación del proceso incremental y radical en las empresas manufactureras.

En lo que respecta a la innovación de productos existen metodologías para el diseño de artículos basadas en LM enfocadas en reducir la ineficiencia y maximizar el valor. En este sentido Brad et al. (2016) propone una técnica para provocar una disrupción de la tecnología actual mediante la aplicación de restricciones fuertes en costos, un diseño dentro de un "océano azul" apoyándose en el know how que se tiene para reorganizarlo de una nueva forma y poco convencional.

Por su parte Ball y Lunt (2020) presenta la participación de mantenimiento en la eficiencia energética y ecológica para la Innovación y manifiesta el vínculo entre Lean y ecoeficiencia puesto que los dos buscan encontrar el flujo adecuado de los recursos, la reducción del desperdicio e incrementar la cadena de valor. Coloca como ejemplo que al mejorar la eficiencia de la generación de vapor y minimizar sus fluctuaciones se obtendrían menos rechazos por calidad en una empresa donde su proceso requiera un flujo constante. Trabajar en conjunto estas actividades conducen a una mayor innovación de procesos dirigida hacia la sostenibilidad ambiental generando empresas más productivas y rentables.

De igual forma el autor señala que la relación entre Lean Manufacturing, innovación y sustentabilidad se da principalmente por las implicaciones en el ecosistema que involucra a toda la cadena de suministros. Actualmente, los gobiernos han generados legislaciones en temas de recursos naturales y medio ambiente, por lo que las empresas han incrementado su participación en la innovación ambiental, lo que evita multas por incumplimiento de regulaciones además de mantener un impacto positivo en el desempeño económico de la organización por crear una imagen empresarial amigable con la naturaleza y el entorno.

Desde el sentido del segundo planteamiento, De Giovanni y Cariola (2021) expone un análisis sobre la innovación de procesos de producción en una propuesta de tecnología industrial 4.0 como un coadyuvante directo en el área operativa y en la creación de fábricas inteligentes mediante el uso de la robótica, vehículos guiados automáticamente (AVG), impresión 3D, sensores inteligentes, internet industrial de las cosas e interfaz avanzada hombre máquina, condiciones que potencializan los beneficios de LM.

Por su parte Fernández-Caramés et al. (2019) exponen el diseño y la evaluación de vehículos aéreos no tripulados (drones) que en conjunto con herramientas Lean enfocadas a la gestión logística logran automatizar las funciones del inventario y las actividades de trazabilidad mediante la adquisición y procesamiento de datos en tiempo real, concluyendo en el desarrollo de un sistema inteligente para el área de materiales que ofrece mayor confiabilidad de datos e información oportuna para la toma de decisiones.

3.3. Manufactura Esbelta en la Satisfacción Laboral

Existen diversas investigaciones del impacto por la implementación de las herramientas de Manufactura Esbelta sobre la Satisfacción Laboral en los que se pueden observar los diferentes efectos que pueden resultar en las empresas. Tal es el caso de Minh et al. (2019) que plantean la afectación positiva o negativa de Lean Manufacturing sobre la Satisfacción Laboral de los empleados. Para el análisis los autores evalúan las características del trabajo que lleva al entendimiento de dichos efectos y en cuyo planteamiento dividen las prácticas Lean en seis áreas; proceso y equipo, planificación y control de fabricación, diseño de productos, recursos humanos, relaciones con los clientes y relaciones con los proveedores.

Los resultados obtenidos develan que las prácticas de procesos y equipos tienen un efecto negativo en la SL, especialmente el flujo del proceso y la estandarización, debido a que generan una percepción de restricción en la autonomía y en el uso de las habilidades de los colaboradores. En contraste las prácticas de Recursos Humanos produjeron afectaciones positivas con el diseño del trabajo al fomentar colaboración, compromiso e innovación de los trabajadores. De igual forma el diseño del producto y las prácticas relacionadas con clientes sostuvieron impactos favorables derivado de la participación de los empleados en la toma de decisiones.

Por su parte Rodríguez et al. (2017) presenta una investigación en el que mide los determinantes situacionales de la satisfacción laboral a través del trabajo

demandado, la autonomía y la autoevaluación CORE (CSE) que percibe el personal, así como la satisfacción de los empleados en entornos organizacionales que cuentan con la filosofía Lean. CSE representa un rasgo de la personalidad determinado por el subconsciente del individuo que engloba la valoración sobre sí mismo, sus habilidades y el autocontrol, por tanto, aquellos con puntuaciones altas mantendrán un pensamiento positivo sobre sí mismos y confianza sobre sus habilidades, mientras que personas con puntuaciones bajas manifestarán lo opuesto.

Los hallazgos demuestran que los colaboradores relacionan el trabajo demandado con un impacto negativo, ya que pueden llegar a percibir un incremento en sus actividades con la implementación Lean. Por su parte, la autonomía laboral mantiene un efecto positivo con la participación y retroalimentación en la mejora de los empleados de modo que la apreciación negativa de la demanda laboral puede mitigarse con la autonomía. Así mismo las autoevaluaciones CORE sostienen un impacto favorable en la satisfacción laboral, de tal modo que aquellas cuyos valores son elevados, perciben un menor grado de afectación dado por la demanda.

A su vez Rodríguez et al. (2016) determinaron que la repercusión de mayor impacto apreciada por los trabajadores es la disminución en la autonomía laboral al observar los resultados del análisis sobre los efectos positivos y negativos que Lean Manufacturing genera sobre la percepción de las características de trabajo y las actitudes laborales. Para ello, proponen la implementación de Manufactura Esbelta en conjunto con prácticas de recursos humanos debido a que la autonomía laboral percibida está relacionada de forma positiva con la satisfacción laboral, por lo que un aumento en la apreciación de autonomía se verá reflejado en un incremento en la satisfacción de los trabajadores.

Finalmente, Lim (2020) examina el efecto de LM en la percepción de la satisfacción laboral de los trabajadores, y expone la evaluación de una industria de manufactura de plásticos con sede en Venezuela en la que concluye que la autonomía e involucramiento de los trabajadores que originó la implementación de la filosofía Lean, así como la herramienta Mantenimiento Productivo Total (TPM), generó satisfacción laboral entre los colaboradores.

CAPÍTULO IV

CONSTRUCCIÓN DE INSTRUMENTO

4.1. Diseño del Instrumento de Medición

Con la finalidad de obtener un cuestionario adecuado, se contemplaron diversas publicaciones sobre el diseño de instrumentos de medición para su construcción, como los de Elgueta Rosas y Zamorano Figueroa (2015), Letelier et al. (2010) y Soriano Rodriguez (2015). Los autores dividen el proceso de la elaboración principalmente en dos secciones.

1. **Diseño.** Este punto se compone por objetivos de la investigación, revisión bibliográfica, teoría, determinación de dimensiones y atributos, identificación de indicadores, visualización de instrumentos, indagación de preguntas, selección de ítems en tenor de los lineamientos marcados, creación de preguntas y finalización del primer bosquejo.
2. **Validación.** Su importancia recae en la apreciación de los expertos en materia a través de sus opiniones y recomendaciones de las preguntas que bajo sus conocimientos permiten visualizar si el cuestionario es entendible y adecuado para medir las variables que se postulan, obteniendo así la primera validación de la encuesta.

Con las consideraciones anteriores se desarrolló lo expuesto a continuación.

El instrumento de medición se definió bajo los planteamientos de la investigación mencionados en el capítulo I, con el objetivo de:

- Formular un instrumento de medición válido y confiable sobre las dimensiones de Manufactura Esbelta, Desempeño Operacional, Innovación y Satisfacción Laboral.

Para la evaluación de los constructos de Lean y Desempeño Operacional se consideró la herramienta desarrollada por Belekoukias et al. (2014) aplicada y validada en 140

empresas ubicadas principalmente en Europa y América del Norte. Ésta se centra en determinar el grado de mejora en los principales indicadores de desempeño de la operación derivados por las acciones de los cinco métodos Lean considerados en el análisis; Just In Time / Justo a Tiempo (JIT), Total Productive Maintenance / Mantenimiento Productivo Total (TPM), Autonomation / Autonomización de los defectos, Value Stream Mapping / Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) y Mejora Continua. Cada uno de ellos constituidos por herramientas definidas como se expone en la tabla 1.

Tabla 1 Métodos y Herramientas de Lean Manufacturing

Método	Herramienta
JIT	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de una sola pieza (One piece Flow). • Sistema de jalar (Pull System). • Tiempo Tacto/Takt time. • Celdas de manufactura. • Heijunka. • Kanban. • Control Visual. • Personal con multihabilidades. • Implementación Justo a Tiempo en el departamento de compras • Trabajo estandarizado. • Teoría de restricciones.
TPM	<ul style="list-style-type: none"> • Efectividad General del Equipo (OEE). • Cambio rápido de modelo (SMED). • 5S. • Mantenimiento autónomo. • Mantenimiento planeado/preventivo. • Mantenimiento con calidad. • Revisión y control inicial antes del arranque de la producción. • Ambiente limpio y seguro. • Mantenimiento Predictivo.

Método	Herramienta
Autonomización	<ul style="list-style-type: none"> • Mistake proofing/Poka-Yokes. • Sistemas visuales de control/Andon. • Jidōka.
VSM	<ul style="list-style-type: none"> • Mapa del estado actual. • Mapa del estado ideal. • Mapa del estado futuro.
Mejora Continua	<ul style="list-style-type: none"> • 5S. • Lluvia de ideas. • Proceso de flujo continuo. • Kanban. • Hoja de verificación de datos/Check List/Hoja de Control. • 5 Porqués.

Fuente: Modelo basado en Belekoukias et al. (2014).

NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor.

Por otra parte, los indicadores que componen el constructo del Desempeño Operacional son cinco; Calidad, Tiempo de Respuesta, Fiabilidad, Flexibilidad y Costo, las cuales funcionan como variables endógenas dentro del análisis. Éstos fueron evaluados por la apreciación de los encuestados en sentido de los beneficios obtenidos por la aplicación de los métodos y herramientas de LM. Dado que Brewer y Selden (2000), consideran la percepción de los individuos una forma válida de medición, todos los datos obtenidos de los instrumentos se basan en este principio.

Para evaluar el constructo de Innovación se seleccionó el formulario elaborado por Calantone et al. (2002) e investigado por Solaimani et al. (2019) en el que se muestra como la filosofía Lean apoya el proceso administrativo de la innovación y la potencializa desde un aspecto integrador de los procesos duros y blandos de una organización. Está

constituido por tres preguntas que buscan captar el efecto que ha tenido la Manufactura Esbelta en el tema.

La Satisfacción Laboral se examinó a través del mecanismo ideado por Blais et al. (1991) que se distingue por la evaluación cognitiva que la persona realiza de la situación en su trabajo y de su bienestar en el contexto laboral. Se integra de 5 ítems que buscan conocer si existe la participación de LM en el agrado de las actividades profesionales que ejercen los participantes, así mismo fue corroborado por Fouquereau y Liliane (2002) y por Bérubé et al. (2007).

Con los instrumentos de medición definidos, se procedió con la traducción de las preguntas al idioma español, así como con la adecuación de los aspectos culturales de la zona en los que fueron distribuidos con la finalidad de aportar mayor claridad al cuestionario. Al finalizar se culminó con un documento consolidado que fue sujeto del juicio de expertos con alto conocimiento teórico y práctico en el tema quienes evaluaron el contenido y forma de cada elemento para posteriormente hacer llegar sus notas. Las observaciones fueron consideradas y corregidas. Dentro de las mejoras se destaca afinar la redacción de algunos ítems para evitar confusiones, así como incluir una descripción clara y breve de las herramientas LM para favorecer la comprensión del formulario.

4.2. Estructura del Cuestionario

Después de las modificaciones señaladas anteriormente, se culminó con un instrumento constituido de cinco partes enfocado a investigar las variables planteadas en el capítulo I, es decir el impacto de la Manufactura Esbelta sobre el Desempeño Operacional, la Satisfacción Laboral y la Innovación.

La primera sección reúne particularidades sobre la conformación de la muestra por lo que se presentan una serie de preguntas generales relacionadas con la organización como la ubicación, el tamaño y el sector de la industria manufacturera. Así mismo se consulta información global del participante; sexo, edad, antigüedad en la

empresa y área en la que se desempeña dentro de la compañía, la figura 3 muestra dicha estructura.

Figura 3 Primera sección del cuestionario.

Seleccione el estado en el que se ubica la empresa para la que trabaja.



En el municipio:

De acuerdo con el número de empleados el tamaño de la organización es:

- Microempresa 1 a 10
- Pequeña 11 a 50
- Mediana 51 a 250
- Grandes más de 250

¿Cuál es el sector industrial al que pertenece?

Sexo:

¿En qué rango de edad se encuentra?

¿Cuántos años ha colaborado en la empresa?

¿En qué área se desempeña actualmente?

¿Qué posición desempeña en la compañía?

El siguiente apartado presenta los métodos de LM, los cuales evaluaron los encuestados conforme a las herramientas que se tienen implementadas en las instituciones a las que pertenecen, manteniendo el planteamiento fijado en la tabla 1.

Es en esta parte del instrumento en la que se agregó una descripción de cada herramienta de Lean para no limitar la participación del personal que se encuentre exclusivamente relacionado con la terminología, dado que en la industria se implementan y se ejecutan varias practicas adaptando nomenclatura exclusiva de la empresa, o por otra parte, los trabajadores de nuevo ingreso se adaptan a la cultura Lean de la organización sin tener el conocimiento del nombre técnico de las herramientas que se utilizan. En la figura 4 se presenta un ejemplo del método Mejora Continua con sus respectivas herramientas Lean, el encuestado seleccionó mediante un clic aquellas que bajo su percepción se encuentran implementadas en su empresa y repitió la dinámica con las otras evaluaciones.

Figura 4. Segunda sección del cuestionario

En la siguiente serie de preguntas seleccione dando clic en aquellas herramientas que cumplan con la filosofía mencionada. Elija todas las que considere adecuadas.

¿Cuáles de las siguientes herramientas de manufactura esbelta que están relacionadas con la filosofía de Mejora Continua se han implementado en la empresa?

- 5S. Se centra en mantener el área de trabajo ordenada, limpia y organizada.
- Lluvia de ideas. Genera nuevas ideas sobre un tema o problema definido

- Proceso de flujo continuo. Organizar el trabajo en cada proceso de forma fluida sin interrupción, buscando una secuencia de producción pieza a pieza o en el caso que el proceso así lo requiera, en lotes lo más pequeños posibles.
- Kanban. Uso de tarjetas físicas o electrónicas para administrar el flujo de la producción
- Hoja de verificación de datos/Check List/Hoja de Control. Se utiliza para recolectar datos mediante la observación de un proceso de forma ordenada y sistemática.
- 5 Porqués. Herramienta de análisis de causa-efecto por medio de la pregunta "¿por qué?" para determinar la causa raíz de un problema.
- Ninguna.

La sección tres se enfocó en identificar si las prácticas de LM derivaron en algún grado de mejora para los indicadores de Desempeño Organizacional por lo que se solicitó una estimación que iba desde el 0% incrementando de 10% en 10% hasta llegar al máxima valor del 100% tomando como referencia para su evaluación el ejercicio de los años anteriores. Aquí las preguntas que se presentaron en el cuestionario:

1. Calidad - Satisfacción del cliente, scrap, reclamos de garantía, calidad a la primera vez (FTQ), tiempo medio entre fallas (MTBF).
2. Tiempo de respuesta - Asistencia al cliente, tiempo de procesamiento de órdenes, frecuencia de entregas, tiempo de procesamiento teórico contra real, tiempo ciclo.
3. Fiabilidad - Porcentaje de entrega de órdenes atrasadas, tiempo promedio de retraso en los pedidos, cantidad de productos en stock, desviación media de la llegada compromiso de material a almacén, cumplimiento del programa de órdenes.
4. Flexibilidad – Adaptación para desarrollar nuevos productos ante cambios en el entorno, variedad de productos, duración del cambio de modelo en máquinas, capacidad instalada promedio y máxima, tiempo para modificar planes de producción.

5. Costo - Gasto ejercido contra el presupuestado, utilización de los recursos, productividad laboral, eficiencia de la organización, costo por hora de operación.

Cada una de las preguntas se evaluó de forma independiente.

La cuarta parte presentó tres ítems que evaluó la Innovación dentro de la empresa calificándola en una escala de Likert del 1 al 10; considerando el uno como el menor grado y el diez como el mayor impacto. El asociado marcó la casilla que mejor se adecuó a la situación en la que se encontraba la empresa para la que laboraba en ese momento, determinando así la posición en la que se ubicaba la Organización dentro de esta variable desde su visión. En este constructo se incluyen las nuevas ideas y la creatividad como se aprecia en las siguientes preguntas que forman parte del formulario en la figura 5.

Figura 5 Cuarta sección del cuestionario.

	Totalmente desacuerdo					Totalmente de acuerdo				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación.	<input type="radio"/>									
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas.	<input type="radio"/>									
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas.	<input type="radio"/>									

En la quinta fase el participante estimó el grado de satisfacción que le brindaban las tareas que desempeñaba en su trabajo, así como su entorno laboral a través de cinco preguntas que se exponen en la figura 6. Éstas fueron evaluadas por medio de una escala de Likert del 1 al 10, en donde uno es totalmente en desacuerdo y diez totalmente de acuerdo en la que el individuo seleccionó aquella calificación que conforme a su juicio le pareció la más conveniente con relación a su realidad.

Figura 6 Quinta sección del cuestionario.

	Totalmente desacuerdo					Totalmente de acuerdo				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida.	<input type="radio"/>									
Cuento con excelentes condiciones laborales.	<input type="radio"/>									
Me gusta lo que hago en mi trabajo.	<input type="radio"/>									
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo.	<input type="radio"/>									
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada.	<input type="radio"/>									

Con la quinta sección del formulario se concluye el instrumento de medición con los diferentes constructos, el cual puede ser consultado en el anexo 1.

4.3. Prueba Piloto

La prueba piloto se condujo para probar los aspectos metodológicos del modelo en curso con la intención de detectar anomalías y establecer mejoras sobre lo planeado. No fue diseñado para responder las preguntas de la investigación; se enfocó en evaluar la adecuación de los métodos y procesos para tener conocimiento del funcionamiento inicial de la estrategia de trabajo, así como del entendimiento del formulario. De igual forma, se centró en valorar el marco de tiempo, la necesidad de recursos, el manejo de la

información, la posibilidad de acceder a un muestreo en el periodo de la pandemia y las alternativas de acceso al cuestionario por parte de los participantes. Para ello se planteó un objetivo específico:

- Inferir la comprensión del instrumento de medición propuesto para la recolección de la información mediante una prueba piloto.

En general las pruebas piloto sugieren un tamaño de muestra que ronde los 30 participantes con los atributos de la población diana. Esto permite obtener una curva de normalidad en las variables continuas que arroja estadísticos adecuados para su análisis (García-García et al., 2013). No obstante, se optó por utilizar la ecuación 1 desarrollada por Viechtbauer et al. (2015).

Estimando un nivel de confianza del .90 y una probabilidad del .10, partiendo del principio de que los constructos ya han sido evaluados en otros países, además de que el instrumento fue validado por especialistas en el tema como se mencionó en el subcapítulo 4.1. Considerando lo anterior el tamaño de la muestra para la prueba piloto sería el siguiente:

$$n = \frac{\ln(1-y)}{\ln(1-\pi)} = \frac{\ln(1-0.90)}{\ln(1-0.10)} = 21.85 \approx 22 \quad \text{Ecuación 1}$$

Con lo que respecta a la recolección de los datos se definió un muestreo no probabilístico por conveniencia manteniendo la misma población de interés marcada para la tesis con un enfoque cuantitativo. No existió manipulación de las variables y se realizó en una sola ocasión a lo largo del tiempo, por lo que se define como transversal.

La prueba se distribuyó a diferentes individuos que cumplieron con las singularidades de la población blanco y se abrió una ventana de tiempo de dos semanas para la recepción de las encuestas vía internet a través de un software que se detalla en el capítulo 5.3.

Con la finalidad de validar el objetivo específico se calculó el Alpha de Cronbach para las cuatro dimensiones y en conjunto. El análisis se realizó por medio del software SPSS versión 21. En relación con la clasificación de los resultados se utilizó el criterio de Schober et al. (2018):

Coeficiente de correlación	Interpretación.
.00 – .10 -----	Despreciable.
.10 – .39 -----	Débil.
.40 – .69 -----	Moderada.
.70 – .89 -----	Fuerte.
.90 – 1.00 -----	Muy Fuerte.

El resultado del cálculo de la confiabilidad se exhibe en la tabla 2 el cual señala que los datos para el constructo de métodos de Lean Manufacturing muestra una fuerte fiabilidad de .894. Éste se podría incrementar al eliminarse el ítem de autonomización de los defectos incrementándolo a .897, a pesar de ello es un elemento importante y la valoración inicial es idónea.

Por su parte, el valor para la medida de la consistencia interna del desempeño operacional fue de .951 que de acuerdo con la clasificación de Schober et al. (2018), es considerado muy fuerte. Éste mantiene la mayor cifra dentro de los diferentes análisis realizados entre los constructos y podría aumentar a un .953 si fuese eliminado el elemento de Flexibilidad, sin embargo, no se precisa porque como se mencionó el nivel original es elevado.

La Innovación se estima muy fuerte con una puntuación de .925, el cuál llegaría a .951 si se descarta el reactivo "nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación", sin embargo, no se requiere porque el resultado inicial ya es un valor altamente aceptable.

A su vez, la Fiabilidad para la Satisfacción Laboral bajo la misma conceptualización de los autores mencionados, se visualiza como fuerte al calcularse en un .839. En este sentido podría elevarse hasta .892 lo que representa una proporción mayor que en los casos anteriores si se elimina la primera pregunta del cuestionario "Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida", no obstante, se determinó mantener el ítem

al valorar la importancia de la pregunta frente a un 5% de incremento en el indicador considerando que no requiere modificaciones dado que cumple el parámetro de confiabilidad.

Una vez desarrollada la evaluación de los tres constructos se realizó el análisis del instrumento que abarcó todos los ítems para conocer el comportamiento global, en el que se observó un Alpha de Cronbach de .778 lo que indicó una fiabilidad fuerte para la prueba piloto, tampoco fue conveniente eliminar ningún elemento porque no representa alguna mejora significativa. Así mismo demostró tener una consistencia interna para cada una de las dimensiones y en su conjunto, por lo que se puede concluir que se cumplió el objetivo particular. El detalle de los estadísticos se puede consultar en el anexo 2.

Tabla 2 Estadísticos prueba piloto

Manufactura Esbelta

		Media de la	Varianza de la	Alfa de
Alfa de Cronbach	.894	escala si se	escala si se	Cronbach si se
Elementos	5	elimina el	elimina el	elimina el
		elemento	elemento	elemento
Justo a Tiempo		2.497	.987	.843
Mantenimiento Productivo Total		2.441	.996	.854
Autonomización de los defectos		2.355	.932	.897
Mapeo de la Cadena de Valor		2.499	.956	.888
Mejora Continua		2.295	1.116	.876

Desempeño Operacional

		Media de la	Varianza de la	Alfa de
Alfa de Cronbach	.951	escala si se	escala si se	Cronbach si se
Elementos	5	elimina el	elimina el	elimina el
		elemento	elemento	elemento
Calidad		2.3636	1.189	.947
Tiempo de Respuesta		2.3409	1.190	.931

Fiabilidad	2.2955	1.160	.937
Flexibilidad	2.2818	1.209	.953
Costo	2.3000	1.190	.932

Innovación

Alfa de Cronbach	.925	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Elementos	3			
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación		15.318	15.561	.951
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas		15.500	12.357	.841
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas		15.727	12.017	.868

Satisfacción Laboral

Alfa de Cronbach	.839	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Elementos	5			
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida		31.0455	36.617	.892
Cuento con excelentes condiciones laborales		30.3182	32.799	.775
Me gusta lo que hago en mi trabajo		29.6364	39.766	.818
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo		30.1818	32.823	.769
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada		32.2727	25.541	.758

Instrumento de Medición Global

Alfa de Cronbach	.778	Media de la	Varianza de la	Alfa de
Elementos	18	escala si se	escala si se	Cronbach si se
		elimina el	elimina el	elimina el
		elemento	elemento	elemento
Justo a Tiempo		67.029	106.315	.779
Mantenimiento Productivo Total		66.973	106.323	.779
Autonomización de los defectos		66.887	108.713	.786
Mapeo de la Cadena de Valor		67.031	104.933	.775
Mejora Continua		66.826	107.924	.783
Calidad		67.022	105.215	.776
Tiempo de Respuesta		66.999	104.295	.773
Fiabilidad		66.954	104.629	.774
Flexibilidad		66.940	104.844	.775
Costo		66.958	104.244	.773
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación		59.599	86.102	.747
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas		59.781	85.568	.757
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas		60.008	86.736	.766
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida		60.235	81.905	.751
Cuento con excelentes condiciones laborales		59.508	83.360	.735
Me gusta lo que hago en mi trabajo		58.826	94.466	.755
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo		59.372	89.677	.756
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada		61.463	77.772	.749

4.4. Análisis validez y confiabilidad del instrumento

Antes de que se procediera con la recolección de la información para el desarrollo del modelo fue necesario realizar el cálculo de validez y confiabilidad del instrumento con la finalidad de mejorar los cimientos de la investigación, para ello se estableció el siguiente planteamiento:

- ¿El instrumento integrado puede medir de forma válida y confiable las dimensiones de Manufactura Esbelta, Desempeño Operacional, Innovación y Satisfacción Laboral?

Con esta finalidad se tomaron los datos del muestreo total que fueron recopilados para la estimación primaria de esta investigación.

4.4.1. Análisis Fiabilidad

Se inició con un estudio de confiabilidad que como se observó con anterioridad permite conocer el tipo de correlación entre los ítems que conforman un instrumento, así como medir una muestra de forma consistente. Se optó por una prueba de McDonalds Omega debido a que se manejan variables ordinales.

A fin de determinar los niveles de aceptación interna nuevamente se utilizó la categorización de Schober et al. (2018) como referencia para evaluar la correlación del constructo y la de cada elemento con la medición de la prueba, sosteniendo un valor mínimo aceptable de .3 (Soriano Rodriguez, 2015).

El cálculo se llevó a cabo con el software de uso libre llamado Jamovi versión 1.6 por ofrecer la información con ω y el valor ítem, lo que facilita el análisis de la información (The jamovi Project, 2021). Con dicho programa se determinó la consistencia interna de los cuatro constructos. Los resultados se exhiben a detalle en el anexo 3.

Tabla 3 Análisis de Fiabilidad

Manufactura Esbelta

	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem	Si se elimina el elemento ω
Omega de McDonald's ω .889				
Justo a Tiempo	58.20	27.70	.758	.857
Mantenimiento Productivo Total	61.90	27.80	.810	.842
Autonomización de los defectos	69.30	34.10	.677	.875
Justo a Tiempo	55.30	34.60	.663	.878
Mejora Continua	75.70	25.00	.709	.870

Desempeño Operacional

	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem	Si se elimina el elemento ω
Omega de McDonald's ω .953				
Calidad	66.60	28.20	.802	.953
Respuesta	68.80	26.90	.888	.940
Fiabilidad	70.60	26.30	.906	.934
Flexibilidad	70.80	26.60	.868	.941
Costo	69.10	26.20	.870	.941

Innovación

	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem	Si se elimina el elemento ω
Omega de McDonald's ω .951				
Ítem1	7.58	2.17	.865	.952
Ítem2	7.64	2.27	.921	.909
Ítem3	7.41	2.24	.905	.922

Satisfacción Laboral

	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem	Si se elimina el elemento ω
Omega de McDonald's ω .935				
Ítem1	7.13	2.68	.794	.926
Ítem2	7.48	2.33	.844	.916

Ítem3	8.32	1.87	.756	.932
Ítem4	7.75	2.26	.864	.912
Ítem5	6.30	2.76	.866	.912

La tabla 4 señala como el valor Omega de McDonald's de .889 presenta una consistencia interna fuerte, lo que evidencia que las preguntas que lo constituyen lo miden de forma confiable. Los datos de la columna ítem se encuentran entre .663 y .810 por lo que se puede confirmar que todos los métodos de LM guardan una fuerte relación entre sí mismos.

A su vez los registros del constructo de Desempeño Operacional obtuvieron un Omega de McDonald's muy fuerte con .953, además no requirió eliminar ítems dado que el elemento con la menor correlación fue Calidad con .802 muy por arriba de .3. Dado lo anterior se puede corroborar que la dimensión es confiable.

La escala de Innovación alcanzó .951 lo que se traduce en una consistencia interna muy fuerte. Los elementos que conforman la dimensión establecen valores por arriba de .865 lo que indican su participación en ella. Como observación adicional se presentó un comportamiento similar entre las tres preguntas con lo que respecta a la media y a la desviación estándar.

Finalmente, el Omega de McDonald's establece un alto grado de confiabilidad interna en el constructo Satisfacción Laboral con una escala de .935 y valores para los ítems que lo constituyen entre .756 para el menor y .864 para el mayor, muy alejados del .3 por consiguiente los cinco se mantienen dentro del instrumento.

Con base a los autores de referencia mencionados, el cálculo de la Fiabilidad fue muy fuerte para Desempeño Operacional, Innovación y Satisfacción Laboral, así como fuerte en el caso de Manufactura Esbelta por lo que no se vislumbran problemas que limite la continuidad de la investigación ante los valores favorables que han sido presentados en los resultados.

4.4.2. Reducción de dimensiones

Para este propósito se analizó el ajuste de los datos con la distribución normal, se desarrolló el cálculo de correlaciones y se efectuó el análisis factorial. Primero se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk, que mediante los resultados arrojados permitieron determinar el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas para el procesamiento adecuado de las evaluaciones de las correlaciones entre los ítems de los constructos. Los valores de las correlaciones definieron el tipo de rotación; ortogonal u oblicua que se requirieron para proceder con el cálculo del análisis factorial que se elaboró mediante la aplicación del índice KMO.

El detalle de los estadísticos mencionados, así como el método utilizado y los resultados obtenidos se revelan en los siguientes capítulos.

4.4.2.1. Normalidad de los datos

Como punto inicial, se llevó a cabo la prueba de Shapiro-Wilk la cual permitió conocer el tipo de ajuste que mantenían los datos con la distribución normal para determinar el uso de pruebas paramétricas o no paramétricas y utilizar de forma adecuada el coeficiente de Pearson o Spearman (Das e Imon, 2016).

Con la información anterior se continuó con un análisis de correlación entre las variables para establecer el tipo de rotación a utilizar. Existen varios métodos, pero para los fines de esta investigación se tomaron los dos grandes grupos que señala la literatura; ortogonal y oblicua. La primera presenta valores nulos o bajos y debe su nombre a la formación del ángulo de 90 grados creada entre los dos vectores de los factores, la segunda se manifiesta cuando existen correlaciones con valores altos y por ende el ángulo conformado es diferente a noventa.

De igual forma se optó por emplear los métodos más utilizados por los estadísticos, que para el caso de la rotación ortogonal es Varimax, mientras que para la oblicua es Oblimin (Clark-Carter, 2002). Para el desarrollo de los análisis se utilizó el

programa SPSS versión 21.0. En la tabla 5 y 6 se presentan los resultados de las pruebas de normalidad y correlación respectivamente, así mismo el detalle de los estadísticos se disponen en los anexos 4 y 5.

Tabla 4 Prueba de normalidad

Manufactura Esbelta

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Justo a Tiempo	.937	114	.001
Mantenimiento Productivo Total	.938	114	.001
Autonomización de los defectos	.796	114	.001
Mapeo de la Cadena de Valor	.849	114	.001
Mejora Continua	.856	114	.001

Desempeño Operacional

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Calidad	.818	114	.001
Respuesta	.834	114	.001
Fiabilidad	.840	114	.001
Flexibilidad	.863	114	.001
Costo	.881	114	.001

Innovación

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Ítem1	.883	114	.001
Ítem2	.874	114	.001
Ítem3	.906	114	.001

Satisfacción Laboral

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Ítem1	.854	114	.001
Ítem2	.858	114	.001
Ítem3	.788	114	.001
Ítem4	.822	114	.001
Ítem5	.924	114	.001

Los resultados de la prueba en ML presentaron datos menores e iguales a .001 con valores significativos al encontrarse por debajo de .05. Esto determinó que no hay normalidad y por ello se optó por la correlación de Spearman (ρ) para determinar qué tipo de rotación debía ser aplicada.

De igual forma para el Desempeño Organizacional se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para conocer si el comportamiento de los datos cumple o no, con una distribución normal, mostrando datos inferiores a .05 por lo que se pudo establecer que no tiene un comportamiento normal, por lo tanto, se ejecutó un estudio de correlación de Spearman entre los ítems de la dimensión para establecer el tipo de rotación.

Por su parte, la información derivada del análisis en Innovación no denotó normalidad al mantenerse con valores significativos por debajo de .05, por ello se procedió con la determinación del tipo de rotación mediante la correlación de Spearman.

La evaluación de Shapiro-Wilk para Satisfacción Laboral presentó valores significativos por encontrarse abajo de .05, lo que reveló la falta de normalidad, debido a esto se continuo con el desarrollo de la correlación de Spearman (ρ) para definir el tipo de rotación que debería ser empleada.

Dado lo anterior se pudo establecer que ninguna de las variables sostenía un comportamiento normal, por lo tanto, se prosiguió con un estudio de correlación de Spearman entre los elementos de las diferentes dimensiones de los constructos con la

intención de establecer el tipo de rotación que requeriría ser aplicada, los resultados se exponen a en la tabla 6.

Tabla 5 Correlación entre ítems de dimensión

Manufactura Esbelta

	JIT	TPM	AUT	VSM	MC
JIT					
Coeficiente	1	.762**	.635**	.562**	.576**
Sig.	.	.001	.001	.001	.001
TPM					
Coeficiente	.762**	1	.588**	.650**	.681**
Sig.	.001	.	.001	.001	.001
AUT					
Coeficiente	.635**	.588**	1	.487**	.537**
Sig.	.001	.001	.	.001	.001
VSM					
Coeficiente	.562**	.650**	.487**	1	.600**
Sig.	.001	.001	.001	.	.001
MC					
Coeficiente	.576**	.681**	.537**	.600**	1
Sig.	.001	.001	.001	.001	.

Desempeño Operacional

	Calidad	Respuesta	Fiabilidad	Flexibilidad	Costo
Calidad					
Coeficiente	1	.811**	.685**	.633**	.681**
Sig.	.	.001	.001	.001	.001
Respuesta					
Coeficiente	.811**	1	.781**	.722**	.705**
Sig.	.001	.	.001	.001	.001
Fiabilidad					
Coeficiente	.685**	.781**	1	.800**	.773**

Sig.	.001	.001	.	.001	.001
Flexibilidad					
Coeficiente	.633**	.722**	.800**	1	.791**
Sig.	.001	.001	.001	.	.001
Costo					
Coeficiente	.681**	.705**	.773**	.791**	1
Sig.	.001	.001	.001	.001	.

Innovación

	Ítem1	Ítem2	Ítem3
Ítem1			
Coeficiente	1	.836**	.870**
Sig.	.	.001	.001
Ítem2			
Coeficiente	.836**	1	.904**
Sig.	.001	.	.001
Ítem3			
Coeficiente	.870**	.904**	1
Sig.	.001	.001	.

Satisfacción Laboral

	Ítem1	Ítem2	Ítem3	Ítem4	Ítem5
Ítem1					
Coeficiente	1	.685**	.720**	.749**	.771**
Sig.	.	.001	.001	.001	.001
Ítem2					
Coeficiente	.685**	1	.694**	.766**	.763**
Sig.	.001	.	.001	.001	.001
Ítem3					
Coeficiente	.720**	.694**	1	.760**	.733**
Sig.	.001	.001	.	.001	.001
Ítem4					
Coeficiente	.749**	.766**	.760**	1	.748**
Sig.	.001	.001	.001	.	.001

Ítem5					
Coficiente	.771**	.763**	.733**	.748**	1
Sig.	.001	.001	.001	.001	.

** . La correlación es significativa al nivel ,01 (bilateral).

NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, AUT: Autonomización de los defectos, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor, MC: Mejora Continua.

Los datos entre los ítems de la dimensión de Lean Manufacturing revelaron correlaciones que oscilan entre .487 y .762 con un comportamiento general de medias lo que la estableció como una rotación ortogonal.

El Desempeño Operacional mostró valores que fluctuaron entre un mínimo de .633 para Flexibilidad-Calidad y un máximo de .811 en Respuesta-Calidad, predominando numeraciones medias, por consiguiente, se estimó una rotación ortogonal.

Por otro lado, Innovación, expuso valores altos entre los ítems con cifras de .836, .870 y .904 con lo que se denotó un giro oblicuo.

Finalmente se reveló que la Satisfacción Laboral mantiene correlaciones medias que fluctúan alrededor de la mínima en el ítem1-ítem2 con .685 y la máxima en el ítem5-ítem1 con .771, por lo que los resultados determinaron una rotación ortogonal.

4.4.2.2. Análisis Factorial

Dada la información generada se procedió al desarrollo del análisis factorial de los ítems para los diferentes constructos. Como primer punto se analizaron las medidas de adecuación muestral bajo el índice de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). Para Kaiser (1970) los valores por debajo de 0.50 no son adecuados, buenos entre 0.8 - 0.9 y excelentes arriba de 0.9. Por su parte Shrestha (2021) presenta una escala complementaria que es considerada para el presente modelo, la cual encuadra valores adecuados a aquellos que

se encuentran entre 1.0 - .8, medios en .79 - .7, mediocres de .69 - .6 y menores a .6 no adecuados.

Así mismo se validó la matriz de datos mediante la prueba de esfericidad de Bartlett. Para ello se evaluaron resultados significativos por debajo de .05 para rechazar la hipótesis nula puesto que existe intercorrelación entre las variables para finalmente proceder con el análisis factorial. Las cargas factoriales evaluadas se mantienen bajo la escala de Schober et al. (2018). El proceso estadístico se realizó con el programa SPSS versión 21.0 y los resultados de las operaciones se presentan a continuación. De igual forma se puede consultar el detalle de la información en el anexo 6.

Para la dimensión de Manufactura Esbelta, se realizó una evaluación de componentes principales con rotación ortogonal, debido a que las correlaciones entre ítems fueron entre .48 y .76.

La solución mostró autovalores superiores a 1 indicando la existencia de un factor. Ésta explica el 69.27% de la varianza. Los componentes presentan cargas factoriales superiores a .50 entre .786 y .894 dentro de su factor.

El subdimensión final quedó conformado por 5 reactivos que se presentan en la tabla 7. La prueba de esfericidad de Bartlett's fue significativa (308.279, gl= 10, Sig.= .001) y el indicador de adecuación del tamaño de muestra Kaiser-Meyer-Olkin fue adecuado (.851).

Tabla 6 Análisis Factorial Manufactura Esbelta

	<u>Componente</u>
	1
Justo a Tiempo	.862
Mantenimiento Productivo Total	.894
Autonomización de los defectos	.798
Mapeo de la Cadena de Valor	.786
Mejora Continua	.817

Nota. Rotación 'varimax'.

Por su parte, se desarrolló una estimación con rotación ortogonal a los reactivos que componen la dimensión de Desempeño Organizacional, puesto que las correlaciones entre ellos fluctúan de .63 a .81.

Éste, arroja la presencia de un factor, dado que solo se manifiesta un componente con autovalor mayor a 1. Asimismo, la solución explica el 83.976% de la varianza. Las cargas factoriales entre valores dentro de su factor son fuertes ya que se encuentran entre .869 y .944 como se puede observar en la tabla 8.

El subdimensión DO terminó conformado por 5 ítems. La prueba de esfericidad de Bartlett's fue significativa (633.478, gl= 10, Sig.= .001), así como, el indicador Kaiser-Meyer-Olkin fue adecuado (.844).

Tabla 7 Análisis Factorial Desempeño Operacional

	<u>Componente</u>
	1
Calidad	.869
Respuesta	.927
Fiabilidad	.944
Flexibilidad	.920
Costo	.919

Nota. Rotación 'varimax'.

El análisis para el constructo de Innovación se desarrolló con rotación oblicua, dado que la correlación entre los ítems se encontró entre .836 a .904.

La información arrojó un autovalor por arriba de 1, lo que señala la presencia de un factor. La solución también muestra la explicación del 91.056% de la varianza. Las cargas factoriales de los componentes fueron muy fuertes con datos de .938, .958 y .966 como se ve en la tabla 9.

El subdimensión quedó construido por 3 componentes. La prueba de esfericidad de Bartlett's fue significativa (347.607, gl= 3, Sig.= .001) y el indicador KMO fue adecuado (.759).

Tabla 8 Análisis Factorial Innovación

	<u>Componente</u>
	<u>1</u>
Ítem1	.938
Ítem2	.966
Ítem3	.958

Nota. Rotación 'oblimin'.

Las correlaciones entre los ítems del constructo Satisfacción Laboral se encontraron entre .685 y .771, por ello se llevó a cabo un análisis de componentes principales con rotación ortogonal.

La evaluación derivó en un autovalor superior a 1, exponiendo la incidencia de un solo factor, con el que se explica el 79.153% de la varianza. Los componentes sostienen cargas factoriales superiores a .50 entre .867 y .920 dentro de su factor.

El subdimensión final quedó conformado por 5 reactivos que se presentan en la tabla 10. La prueba de esfericidad de Bartlett´s fue significativa (467.478, gl= 10, Sig.= .001), así como también fue apropiado (.887) el indicador de adecuación del tamaño de muestra Kaiser-Meyer-Olkin.

Tabla 9 Análisis Factorial Satisfacción Laboral

	<u>Componente</u>
	<u>1</u>
Ítem1	.867
Ítem2	.902
Ítem3	.841
Ítem4	.920
Ítem5	.918

Nota. Rotación 'varimax'.

El análisis factorial mostró sentido y congruencia, puesto que los ítems se ajustan al constructo y entre todos guardan relación entre sí. Con las pruebas anteriores se obtuvo evidencia de la validez del constructo y la confiabilidad de los instrumentos de medición propuestos. Dado lo anterior se concluyó continuar con el modelo al contar con un instrumento válido.

CAPÍTULO V

MODELO DE INVESTIGACIÓN

5.1. Tipo de Investigación

La medición de las dimensiones se desarrolló bajo el método analítico y sintético debido a la naturaleza de la tesis que se basa en evaluar la relación entre las variables delimitadas en el capítulo I. Así mismo se examinó desde el objetivismo y bajo un modelo cuantitativo al mantenerse libre de juicios de valor y creencias para establecer las relaciones causales que responden a la pregunta de tesis soportada en la investigación explicativa. La información de las variables se obtuvo mediante la observación, ya que su medición se realizó sin intervención, ni manipulación en el proceso. En lo que respecta a la temporalidad se definió transversal puesto que su ejecución fue única sin seguimiento, es decir de una sola vez en un momento determinado.

Con lo relacionado a la información, se optó por un diseño de tamaño fijo al considerar un cálculo inicial de muestra. Así mismo se determinó un muestreo no probabilístico mixto compuesto por conveniencia y por bola de nieve que fue soportado por las redes sociales profesionales con la intención de alcanzar la cantidad de unidades de análisis estipuladas en el proyecto para que permitiera obtener resultados estadísticamente significativos. De igual forma se garantizó el anonimato para que los participantes pudieran manifestar sus respuestas libremente dado la sensibilidad de algunas preguntas.

La población objeto fueron hombres y mujeres mayores de edad que compartieran la característica de trabajar dentro de una organización en la industria de manufactura sobre la que se aplica la metodología Lean, que estuvieran familiarizados con las herramientas, sin importar el sector, rango, ni área a la que pertenezcan y ubicada en la zona del Bajío. La investigación se realizó a través de la observación

soportada por cuestionarios que permitieron visualizar la realidad de una forma simplificada pero precisa. El análisis se desarrolló durante el período de la pandemia provocada por el virus Covid-19.

5.2. Cálculo de la muestra

El tamaño de la muestra (n) fue fijo ya que se definió desde el inicio de la investigación, además se consultaron los criterios de cantidad absoluta, casos por parámetros, casos por variable observada y potencia estadística. El cálculo se determinó mediante este último que opera con el principio de las posibilidades de cometer uno de los dos errores en una prueba de hipótesis, sea el tipo I (α) al rechazar la hipótesis nula (H_0) cuando es cierta o el tipo II (β) cuando se acepta si es falsa (Akobeng, 2016). Ver figura 7.

Figura 7 Error tipo I y II

	Hipótesis nula cierta	Hipótesis nula falsa
Rechazar hipótesis nula	Error tipo I (α o falso positivo)	Resultado correcto ($1-\beta$ o verdadero positivo)
Aceptar hipótesis nula	Resultado correcto ($1 - \alpha$ o verdadero negativo)	Error tipo II (β o falso negativo)

Fuente: Akobeng (2016).

A través de una ecuación se puede calcular el tamaño de n dado un error tipo I (α) con la definición del investigador de un tamaño del efecto (d) que sea relevante para el análisis. Lo anterior partiendo de la base que β se puede manipular al modificar la tasa de α , el tamaño del efecto (d) o variando el tamaño de n , lo que es igual que la desviación estándar (σ) en estas pruebas porque σ disminuye cuando n incrementa. Para el cálculo de $1-\beta$ se utilizó el enfoque desarrollado por MacCallum et al. (1996) que se sustenta en el índice RMSEA con el que se mide el ajuste global del modelo en donde H_0 representa un ajuste óptimo deseado y H_a el nivel de desajuste máximo tolerado

considerando como guía los parámetros de Lee et al. (2012) que se presentan a continuación:

Ajuste cercano $RMSEA \leq 0.05$

Ajuste aceptable $0.05 \leq RMSEA \leq 0.08$

Ajuste mediocre $0.08 \leq RMSEA \leq 0.10$

Ajuste pobre ≥ 0.10

Para este caso el rechazo de $1-\beta$ se conceptualiza como un enfoque congruente en el principio de falsación puesto que no se acepta un ajuste deseado (H_0) aun cuando existe cierto nivel de desajuste. Lo anterior da pauta para calcular el tamaño de n con los datos previamente determinados. El cálculo de "n" se ejecutó mediante la herramienta creada en código R por Preacher y Coffman (2006) quienes mantuvieron los lineamientos de MacCallum et al. (1996) el programa requiere los grados de libertad (gl) del modelo, los valores de α y $1-\beta$, así como el valor del RMSEA para H_0 y H_a . Akobeng (2016) señala que es común y Murphy et al. (2014) que es permisible utilizar una α de 0.05 y una β de 0.20 es por esa razón que se optó el uso de dichos valores, en cuanto a RMSEA se determinó un "ajuste aceptable" por lo que $H_0=0.05$ y $H_a=0.08$.

Para conocer los grados de libertad (gl) primero se obtuvieron los puntos de información (pi) mediante la ecuación 2:

$$pi = \frac{p * (p+1)}{2}$$

Ecuación 2

En donde p representa el número de elementos de información, posteriormente al valor total resultante de pi se le resta la cantidad de factores para así finalmente llegar a los gl . En este caso el resultado es de 127.

Con la información mencionada se vaciaron los datos en el programa como se expone en la figura 8 y se procedió con la ejecución de los algoritmos que calcularon como solución un tamaño de muestra de 112.11 número que redondeado se transforma en un total de 113 encuestas necesarias para sostener una representación de la

población de interés. La información generada por el software puede consultarse en el Anexo 7.

Figura 8 Herramienta de Preacher y Coffman para el cálculo del tamaño de n

Compute Sample Size for RMSEA

Alpha	<input type="text" value="0.05"/>
Degrees of Freedom	<input type="text" value="127"/>
Desired Power	<input type="text" value="0.80"/>
Null RMSEA	<input type="text" value="0.05"/>
Alt RMSEA	<input type="text" value="0.08"/>
<input type="button" value="Generate R Code"/>	
<pre>+ } + } Rweb:> Rweb:> minn <- newn Rweb:> print(minn) [1] 112.1094 Rweb:> Rweb:></pre>	
<input type="button" value="Submit above to Rweb"/>	<input type="button" value="Erase R code"/>

5.3. Procedimiento

Para la elaboración y distribución del formulario se utilizó una herramienta especializada en el desarrollo de encuestas en línea gestionada por una empresa llamada Questionpro que permitió personalizar las preguntas y la forma de la presentación de las respuestas para simplificar la recopilación de la información, además de ser un sistema que facilitó una administración ordenada, el seguimiento al plan de avance y la obtención del tamaño de muestra establecido por el cálculo anterior.

Los cuestionarios fueron difundidos mediante una liga electrónica que dirigía a los participantes a la plataforma del software. El link fue publicado en la red de LinkedIn y compartido entre trabajadores de la industria especificando y limitándolo a la población objetivo. La encuesta comenzaba con una breve descripción sobre el objetivo de la

información y la investigación, así como un correo para resolver preguntas o dirigir comentarios, posteriormente se proseguía con el despliegue del instrumento describiendo en el título el tipo de pregunta de cada sección, así cada que una de estas era contestada el software guardaba registro en la nube y contabilizaba el número de formularios completados.

Al término de un periodo de tres meses se alcanzó el tamaño de la muestra calculado y se decidió mantener la encuesta abierta por un mes más, sin embargo, no se logró un incremento en el valor alcanzado, por consiguiente, se cerró la recepción para avanzar con la recopilación de la información.

El software permite crear un archivo que compila toda la información recolectada en formato .xls o .csv, para el caso de este modelo se procedió a extraer la información en Microsoft Excel para utilizarlo en el software de análisis de datos seleccionado y así continuar con la investigación, no sin antes limpiar el archivo dejando solo los datos de las variables expuestas en el cuestionario, eliminando celdas con formato compartido y verificando que la posición de las diferentes preguntas se mantuvieran alineadas.

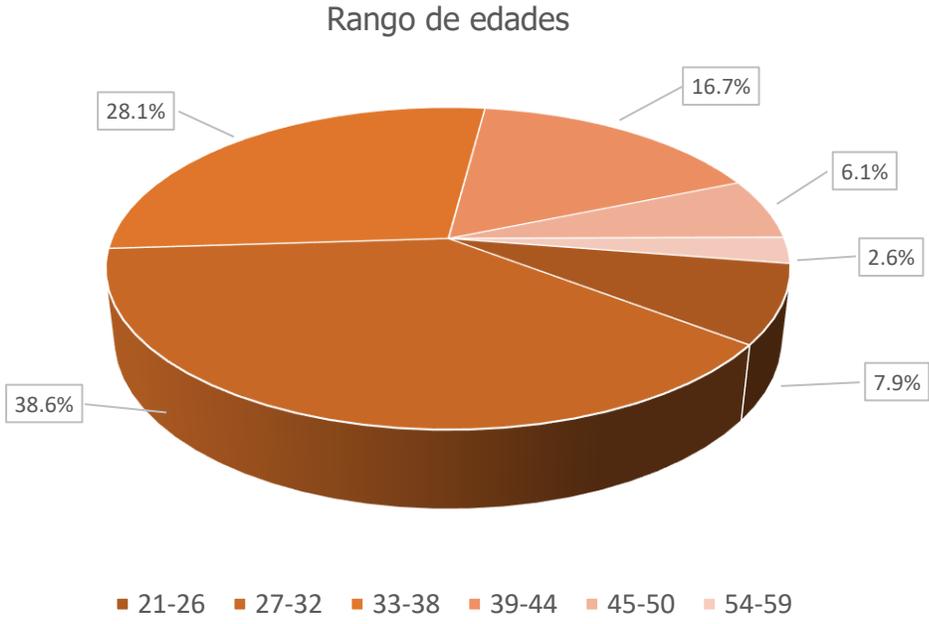
5.4. Análisis de datos

La siguiente información muestra las generalidades de los participantes que formaron parte de este proyecto. En lo que respecta al sexo la mayoría de los integrantes resultaron hombres.



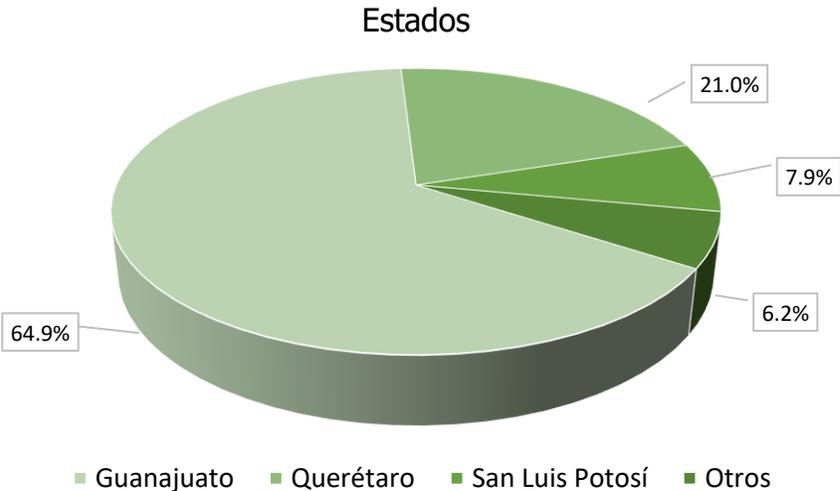
El 83.4% de los encuestados se encuentra entre los 27 y 44 años, ocupando el mayor porcentaje el rango de los 27 a 32, seguido del de 33 a 38. En la gráfica 1 se muestra la segregación de cada uno de ellos.

Gráfica 1 Rango de Edades



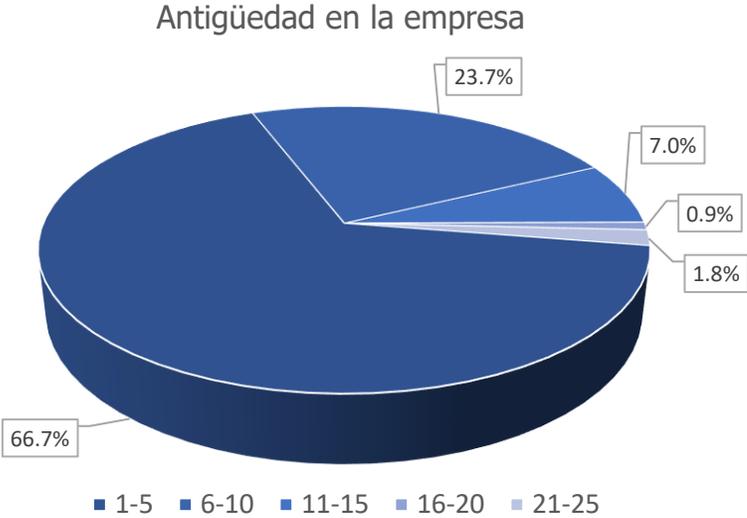
Por su parte, el estado con mayor participación en esta investigación fue Guanajuato, seguido de Querétaro como se observa en la gráfica 2.

Gráfica 2 Participación por Estados

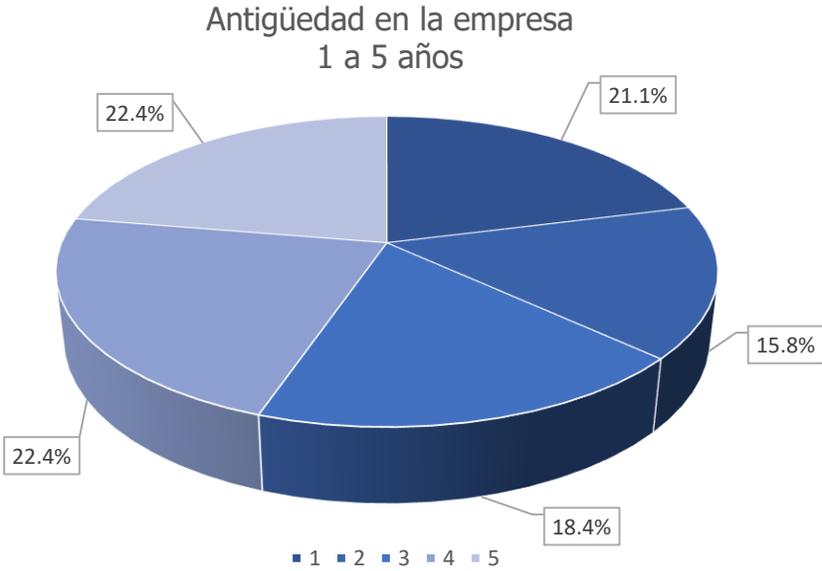


Conforme a lo que se muestra en la gráfica 3, la mayoría de los encuestados han permanecido en sus empleos entre 1 y 5 años, de igual forma al examinar el desglose de dicho periodo se puede observar que no existe una diferencia de alto impacto entre la antigüedad de estos primeros 5 años como se exhibe en la gráfica 4.

Gráfica 3 Antigüedad en la Empresa General



Gráfica 4 Antigüedad en la Empresa 1 a 5 años

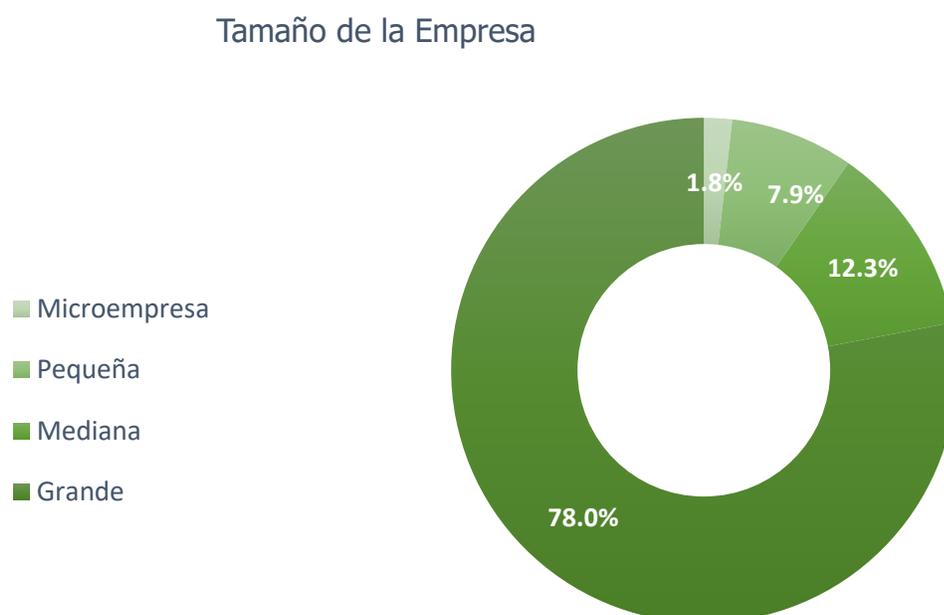


La categoría del tamaño de la empresa se estableció conforme al número de trabajadores acorde a la estratificación de la micro, pequeña y mediana empresa establecido en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2009) que estipula lo siguiente:

Tamaño	Número de trabajadores
Microempresa	1 a 10
Pequeña	11 a 50
Mediana	51 a 250
Grande	Mayor a 250

En la gráfica 5 se exhibe que la mayoría de los participantes pertenecen a empresas grandes al obtener un porcentaje del 78.0%, seguida de medianas con un 12.3%, pequeñas con 7.9% y finalmente microempresas con 1.8%.

Gráfica 5 Tamaño de la Empresa



Por otra parte, las áreas que cuentan con mayor participación en el trabajo son Producción y Operaciones, Proyectos & Mantenimiento, en conjunto con Ingeniería Industrial y Manufactura Esbelta tal como se presenta en la gráfica 6.

Gráfica 6 Departamento/Área



La mayoría de las personas que participaron en contestar las encuestas, forman parte del sector automotriz con un margen de diferencia significativamente alto en comparación con las otras industrias como se constata en la tabla 11.

Tabla 10 Participación por Industria

Industria	Porcentaje
Fabricación de equipo de transporte/Automotriz.	60.5%
Fabricación de accesorios, aparatos eléctricos y equipo de generación de energía eléctrica.	5.3%
Fabricación de productos metálicos.	5.3%
Industria del plástico y del hule.	4.4%
Aeronáutica.	3.5%
Alimentaria y bebidas.	3.5%
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y componentes electrónicos.	3.5%
Industria química/Farmacéutica.	3.5%
Otras industrias manufactureras.	3.5%
Curtido y acabado de cuero y piel/Fabricación de productos de cuero, piel y materiales similares.	1.8%
Fabricación de insumos textiles, acabado de textiles y fabricación de prendas de vestir.	1.8%
Fabricación de productos derivados del petróleo y del carbón.	1.8%
Industria del papel, Impresión e industrias relacionadas.	1.8%

CAPITULO VI

RESULTADOS

Se presenta la solución de los algoritmos arrojados por el cálculo emitido del paquete estadístico SPSS en los elementos que conforman la dimensión de Manufactura Esbelta sobre los tres diferentes constructos expuestos en la presente tesis: Desempeño Operacional, Innovación y Satisfacción Laboral.

El proceso se inició con la confirmación de correlación entre variables de las diferentes dimensiones. Para identificar que subvariables de Manufactura Esbelta se relacionan con el Desempeño Operacional, la Innovación y la Satisfacción Laboral se llevó a cabo un análisis de correlación de Spearman dado que las variables con las que se trabajaron son de tipo ordinales, continuas no normales (Schober et al., 2018). Los resultados se presentan en la tabla 12, es importante mencionar que para las evaluaciones se utilizó como referencia la escala de Mondragón Barrera (2014).

Coeficiente de correlación	Interpretación
-.91 – -1.00 -----	Correlación negativa perfecta.
-.76 – -.90 -----	Correlación negativa muy fuerte.
-.51 – -.75 -----	Correlación negativa considerable.
-.11 – -.50 -----	Correlación negativa media.
.00 -----	No existe correlación.
+.01 – +.10 -----	Correlación positiva débil.
+.11 – +.50 -----	Correlación positiva media.
+.51 – +.75 -----	Correlación positiva considerable.
+.76 – +.90 -----	Correlación positiva muy fuerte.
+.91 – +1.00 -----	Correlación positiva perfecta.

Tabla 11 Correlación Rho de Spearman

	Calidad	Respuesta	Fiabilidad	Flexibilidad	Costo	Innovación	Sat_Lab
JIT							
Coeficiente	0.272**	0.230*	0.246**	0.239*	0.209*	0.349**	0.291**
Sig.	0.003	0.014	0.008	0.010	0.026	0.001	0.002
TPM							
Coeficiente	0.215*	0.204*	0.236*	0.157	0.158	0.352**	0.347**
Sig.	0.022	0.029	0.012	0.096	0.093	0.000	0.000
AUT							
Coeficiente	0.209*	0.183	0.166	0.124	0.108	0.248**	0.138
Sig.	0.026	0.051	0.078	0.190	0.252	0.008	0.142
VSM							
Coeficiente	0.194*	0.178	0.094	0.136	0.094	0.278**	0.363**
Sig.	0.038	0.058	0.320	0.150	0.322	0.003	0.000
MC							
Coeficiente	0.103	0.155	0.160	0.077	0.078	0.276**	0.236*
Sig.	0.274	0.099	0.090	0.415	0.411	0.003	0.012

** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, AUT: Autonomización de los defectos, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor, MC: Mejora Continua.

Al analizar los datos, el método de Justo a Tiempo presenta una relación media con Calidad, ya que mantiene un coeficiente de .272 con una significancia de .003. En el caso de la variable Respuesta se repite el comportamiento anterior con valores de .230 y .014 respectivamente, al igual que la Fiabilidad con .239 y .010 y el Costo con

.209 y .026. Del mismo modo, la Innovación mostró números de .349 y .001, así como la Satisfacción Laboral de .291 y .002 los cuales también denotan una correlación media.

Por otra parte, en Mantenimiento Productivo Total se observa un coeficiente de .215 con una significancia de .022 lo que revela una relación media positiva. Esta condición es reiterativa en los casos de Respuesta con .204 y .029, Fiabilidad con .236 y .12, Innovación con .352 y .001 y finalmente con Satisfacción Laboral con .347 y .001. Sin embargo, no muestra correlación con las variables de Flexibilidad y Costo al no presentar significancia puesto que los valores arrojados fueron .096 y .093 respectivamente, números alejados del nivel de aceptación de .05.

En lo que respecta a Autonomización solo se observaron dos variables que correlacionaron de forma media y positiva, las cuales fueron Calidad con un ρ de 0.209 y una significancia de 0.026, así como Innovación con 0.248 y 0.008. Contrario a Respuesta con 0.183 y 0.051, Fiabilidad con 0.166 y 0.078, Flexibilidad con 0.124 y 0.190, Costo con 0.108 y 0.252 y Satisfacción Laboral con 0.138 y 0.142 que no presentaron significancia.

Asimismo, el Mapeo de la Cadena de Valor obtuvo relación media con tres variables al presentar coeficientes de correlación de Spearman entre 0.10 a 0.39 y significancias por debajo de 0.05 en los casos de Calidad con 0.194 y 0.038, Satisfacción Laboral con 0.363 y 0.001 e Innovación con 0.278 y 0.003. Situación opuesta a; Respuesta con 0.178 y 0.058, Fiabilidad con 0.094 y 0.320, Flexibilidad con 0.136 y 0.150 y Costo con 0.094 y 0.322 al no presentar correlación.

Por último, la Mejora Continua sostuvo con Innovación y Satisfacción Laboral una correlación positiva media con un ρ de 0.276 y coeficiente de 0.003 para la primera y 0.236 y 0.012 para la segunda. Sin presentar relación con Calidad 0.103 y 0.274, Respuesta 0.155 y 0.099, Fiabilidad 0.160 y 0.090, Flexibilidad 0.077 y 0.415 y Costo 0.078 y 0.411.

Al corroborar que existe correlación entre variables, se procedió con el análisis de regresión lineal por pasos para responder las preguntas de la presente investigación. En la tabla 13 y en la figura 9 se exponen los resultados de la predicción de Lean

Manufacturing sobre el Desempeño Organizacional en los cinco diferentes elementos que lo componen; Calidad, Respuesta, Fiabilidad, Flexibilidad y Costo.

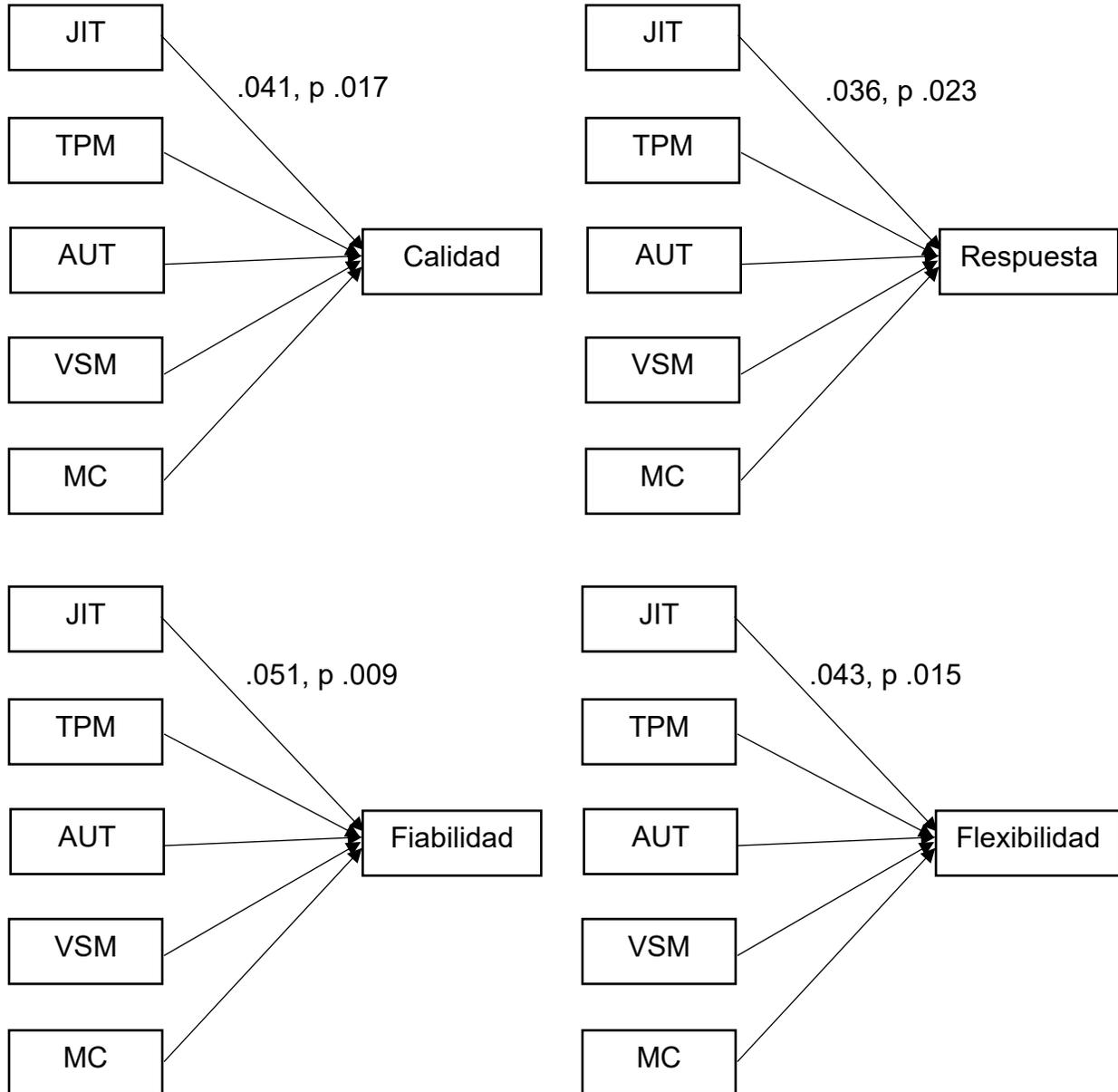
Tabla 12 Regresión Lineal Desempeño Operacional

Modelo	F	R ²	ΔR ²	B	Error estándar	β	p
JIT	5.85	.050	.041				.017
Calidad	(1,112)			.227	.094	.223	.017
JIT	5.23	.045	.036				.023
Respuesta	(1,112)			.207	.090	.212	.023
JIT	7.09	.060	.051				.009
Fiabilidad	(1,112)			.232	.087	.244	.009
JIT	6.12	.052	.043				.015
Flexibilidad	(1,112)			.219	.088	.228	.015
	-	-	-				-
Costo	-			-	-	-	-

NOTA. JIT: Justo a Tiempo.

De lo anterior se observa que de los 5 componentes que constituyen Lean Manufacturing, solo Justo a Tiempo tuvo impacto en 4 de los 5 elementos que conforman el constructo de Desempeño Operacional con índices de significancia aceptados, siendo estos; Calidad, Respuesta y Fiabilidad, a diferencia de Costo en el que no se presentan datos significativos.

Figura 9 Relación Manufactura Esbelta sobre Desempeño Operacional



NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, AUT: Autonomización de los defectos, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor, MC: Mejora Continua.

De acuerdo con lo anterior las repercusiones de Lean Manufacturing en Desempeño Operacional están dadas por el elemento Justo a Tiempo de la siguiente forma: 4.1% en Calidad, 3.6% en Respuesta, 5.1% en Fiabilidad, 4.3% en Flexibilidad y nula en Costo.

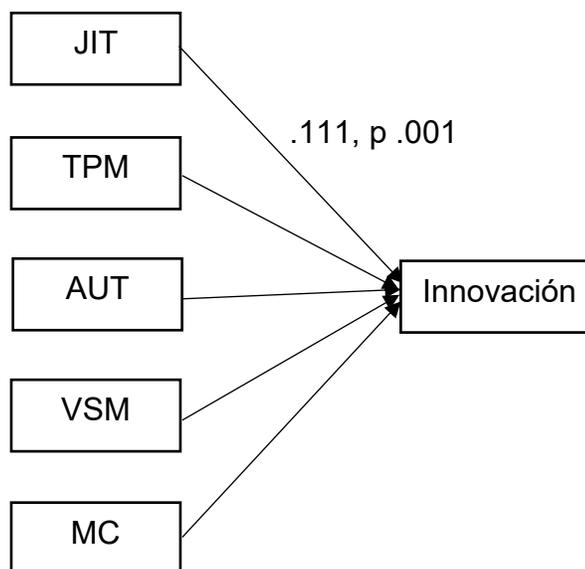
Por su parte, el efecto de LM sobre Innovación se concreta en la tabla 14 y figura 10.

Tabla 13 Regresión Lineal Innovación

Modelo	F	R ²	ΔR ²	B	Error estándar	β	p
Justo a Tiempo	15.054	.118	.111				.001
Innovación	(1,112)			.026	.007	.344	.001

Al igual que en el análisis del Desempeño Operacional, solo el elemento de Justo a Tiempo del constructo de Manufactura Esbelta mantuvo impacto en la dimensión de Innovación con índices de significancia permisibles.

Figura 10 Relación Manufactura Esbelta sobre Innovación



NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, AUT: Autonomización de los defectos, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor, MC: Mejora Continua.

La figura 10 revela el elemento de Justo a Tiempo del constructo de Manufactura Esbelta incide sobre la dimensión de Innovación en un 11.1%

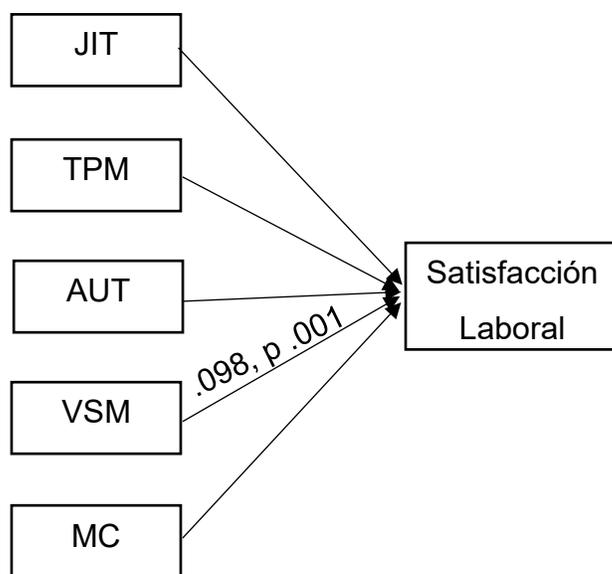
En lo que concierne a Satisfacción Laboral, los resultados se presentan en la tabla 15 y figura 11.

Tabla 14 Regresión Lineal Satisfacción Laboral

Modelo	F	R ²	ΔR ²	B	Error estándar	B	p
Mapeo Cadena de Valor	13.306	.106	.098				.001
Satisfacción Laboral	(1,112)			.020	.005	.326	.001

La resolución de la regresión lineal de la tabla 15, evidencia que de los cinco elementos de la dimensión de Manufactura Esbelta únicamente el Mapeo de la Cadena de Valor mantiene un impacto positivo en la Satisfacción Laboral.

Figura 11 Relación Manufactura Esbelta sobre Satisfacción Laboral



NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, AUT: Autonomización de los defectos, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor, MC: Mejora Continua.

Finalmente se observa en la figura 11 que la Manufactura Esbelta tiene un impacto del 9.8% sobre la Satisfacción Laboral con el elemento del Mapeo de la Cadena de Valor.

CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

La literatura sobre las publicaciones de Manufactura Esbelta se presenta en diferentes países e industrias, no obstante, en México existe poco material en relación con el tema. Desafortunadamente, a pesar de los numerosos artículos científicos relacionados con LM y de las mejoras documentadas, no existe un consenso sobre la metodología que permita medir el impacto que ejerce ME sobre el desempeño global de las organizaciones.

Con respecto a las variables planteadas en la investigación se descubrió que en cuanto al Desempeño Operacional las herramientas Lean han sido utilizadas para optimizar los procesos a través de la reducción del desperdicio y así lograr beneficios que se vean reflejados en sus procesos. Por otro lado, se develó que la relación de LM sobre la Satisfacción Laboral puede resultar en dos vertientes según las prácticas de implementación que sostenga la organización, de tal forma que los trabajadores percibirán como positivas aquellas que impliquen colaboración, compromiso, innovación, mejora e involucramiento o negativas las que conlleven una disminución en su autonomía.

A su vez, quedó expuesto que LM es Innovación, dado que se enfoca en buscar las mejoras en los sistemas. De igual forma que Lean puede ser utilizada como base para la implementación de nuevas tecnologías que permiten la conversión de fábricas tradicionales a inteligentes en lo que se conoce como Industria 4.0. Además de que las herramientas Lean en conjunto con la Innovación pueden contribuir en la eficiencia de recursos que conlleve a un menor impacto ambiental.

Dentro de las publicaciones también se observan diferentes formas en la que los autores seleccionan y agrupan las herramientas de Manufactura Esbelta, por lo que para esta tesis fue acertado aplicar el planteamiento por Belekoukias et al. (2014) por incluir las principales técnicas señaladas por el Sistema de Producción Toyota, por estar sustentada por otros estudios y por la distribución que sostiene las agrupaciones entre las herramientas y los métodos.

El Desempeño Operacional conduce una situación similar, dado que existen diversos artículos relacionados con la forma de integrar los indicadores claves del desempeño para lograr su medición, en ese sentido fue pertinente mantener la propuesta de los autores mencionados por presentar consistencia en su investigación e incluir los principales índices de evaluación que presenta la bibliografía.

El volumen de publicaciones identificadas sobre la relación de Lean en el desempeño global de la organización fue bajo, sin embargo, se contó con material de base para el desarrollo del análisis. No obstante, no se contó con información para los casos de Lean Manufacturing sobre Innovación y Lean Manufacturing sobre Satisfacción Laboral.

Se elaboró un instrumento de medición válido y confiable a través de un análisis cualitativo y cuantitativo que permitió llevar a cabo la investigación, ya que durante la revisión de la literatura no se encontró un mecanismo que permitiera la evaluación para los cuatro constructos en cuestión. Éste se convierte en un recurso de apoyo para futuras investigaciones sobre el comportamiento de dichas variables en diferentes contextos.

En cuanto a los resultados se aprecia que existe una repercusión de Manufactura Esbelta sobre el Desempeño Operacional, sin embargo, sólo se ve el impacto de Justo a Tiempo con valores por debajo del 5.5% sobre cuatro indicadores que conforman este constructor y nulo para el otro que lo constituye. Estos valores no eran los esperados, ya que con fundamento en la literatura se esperaba observar una mayor contribución de algunos métodos, tal es el caso del de la Mejora Continua y Autonomización sobre Calidad debido a que se integran por herramientas que son intrínsecas del indicador. En ese mismo sentido el indicador de Costo no reflejó relación con ningún método de LM, no obstante, existen herramientas que pertenecen al Mapeo de la Cadena de Valor, Mantenimiento Productivo Total y Mejora Continua que se enfocan de forma directa a la optimización de los recursos.

Por su parte Lean Manufacturing incidió sobre la Innovación a través del método de Justo a Tiempo. El resultado no cumplió con las expectativas previstas, puesto que se esperaba una contribución por parte de la dimensión de Mejora Continua que se sustenta en la definición de la variable endógena. A su vez se presentó un impacto de

LM sobre la Satisfacción Laboral a través de los elementos que conforman la Cadena de Valor. En ese sentido se esperaba una afectación por parte del método de Mejora Continua debido a que sus herramientas se relacionan con la autonomía de los trabajadores.

La investigación revela información sustancial con la que no se contaba anteriormente dado que se sientan los fundamentos del conocimiento sobre el efecto que ejerce la Manufactura Esbelta en el desempeño global de las organizaciones en México específicamente en la zona Bajío, área que en las últimas dos décadas se ha vuelto un corredor fabril importante para el País. La tesis aporta las bases científicas para continuar con la exploración sobre el efecto que Lean Manufacturing sostiene en la industria mexicana.

Es pertinente resaltar el impacto que ejerce Justo a Tiempo sobre la Innovación, hecho que puede estar ligado al desarrollo tecnológico relacionado con la logística y a la reducción de costos que ha permitido acceder a ella a más empresas. De igual forma con la herramienta JIT y elementos como etiquetas electrónicas, radiofrecuencia, comunicación vía satelital, automatización en almacenes, software de procesamiento analítico en línea, entre otros las organizaciones están potencializando la capacidad para llegar a sus clientes de una manera más rápida y confiable, consolidando una ventaja antes sus competidores.

En los últimos años el consumidor ha elevado el uso de las compras vía internet situación que se incrementó de forma imprevista por la pandemia, este hecho también pudo ser causa del resultado, dado que las empresas están innovando sus sistemas en el manejo de materia y producto terminado utilizando Justo a Tiempo como punto de partida.

Los bajos o nulos valores que resultaron de los métodos de Lean sobre el impacto del Desempeño Operacional pueden estar dados por la falta de compromiso de la dirección, por no involucrar a toda la organización, por falta de entendimiento de las herramientas o por falta de continuidad en la adopción de las implementaciones realizadas. Es importante visualizar que esta filosofía nace en una cultura japonesa y

analizar si la adaptación ha sido la adecuada al contexto mexicano considerando las diferencias culturales, sociales y políticas.

Con lo anterior se abre la oportunidad de explorar futuras líneas de investigación como el desarrollo de análisis de las causas que evitan obtener mayores beneficios de los esfuerzos y recursos que las empresas destinan a la Manufactura Esbelta, el diseño de modelos que permitan determinar los factores para que los métodos de Lean Manufacturing impacten de forma positiva en el desempeño de las Organizaciones o la elaboración de evaluaciones sobre la repercusión de la Manufactura Esbelta en distintos entornos culturales, tiempos e industrias que permitan contrastar los diferentes hallazgos.

REFERENCIAS

- Akobeng, A. (2016). Understanding type I and type II errors, statistical power and sample size. *Acta Pædiatrica*, *105*, 605-609.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/apa.13384>
- Al-Ashaab, A., Golob, M., Urrutia, U. A., Gourdin, M., Petritsch, C., Summers, M., & El-Nounu, A. (2016). Development and application of lean product development performance measurement tool. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, *29*(3), 342-354.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/0951192X.2015.1066858>
- Alefari, M., Almani, M., & Salonitis, K. (2020). Lean manufacturing, leadership and employees: the case of UAE SME manufacturing companies. *Production & Manufacturing Research*, *8*(1), 222-243.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/21693277.2020.1781704>
- Amin, M. A., Alam, M. R., Alidrisi, H., & Karim, M. A. (2021). A fuzzy-based leanness evaluation model for manufacturing organisations. *Production Planning & Control*, *32*(11), 959-974.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1778113>
- Anvari, A. R. (2021). The integration of LARG supply chain paradigms and supply chain sustainable performance (A case study of Iran). *Production & Manufacturing Research*, *9*(1), 157-177.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/21693277.2021.1963349>
- Arroyo, C. (2004). ¿Puede medirse la calidad en el servicio? *Hospitalidad ESDAI*(5), 43-64.
- Atti, G. (2019). Lean Management. In M. Sartor, & G. Orzes, *Quality Management: Tools, Methods, and Standards* (pp. 129-151). Emerald Publishing Limited.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/978-1-78769-801-720191009>

- Balaji, M., Dinesh, S. N., Raja, S., Subbiah, R., & Manoj Kumar, P. (2022). Lead time reduction and process enhancement for a low volume product. *Proceedings*, 62(4), 1722-1728. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.12.240>
- Balamurugan, R., Kirubagharan, R., & Ramesh, C. (2020). Implementation of lean tools and techniques in a connecting rod manufacturing industry. *Materials Today: Proceedings*, 33(7), 3108-3113. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.702>
- Ball, P., & Lunt, P. (2020). Lean eco-efficient innovation in operations through the maintenance organisation. *International Journal of Production Economics*, 219, 405-415. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.07.007>
- Bayhan, H. G., Demirkesen, S., Zhang, C., & Tezel, A. (2022). A lean construction and BIM interaction model for the construction industry. *Production Planning & Control*, 1-28. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09537287.2021.2019342>
- Belekoukias, I., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2014). The impact of lean methods and tools on the operational performance of manufacturing organisations. *International Journal of Production Research*, 52(18), 5346-5366. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207543.2014.903348>
- Bérubé, N., Donia, M., Gagné, M., Houlfort, N., & Koestner, R. (2007). Validation of the satisfaction with work scale. 28.
- Bhade, S., & Hegde, S. (2020). Improvement of Overall Equipment Efficiency of Machine by SMED. *Proceedings*, 24(2), 463-472. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.298>
- Blais, M. R., Lachance, L., Forget, J., Richer, S., & Dulude, D. M. (1991). L'échelle de satisfaction globale au travail. *Affiche présentée au congrès annuel de la Société Québécoise de Recherche en Psychologie*. Trois Rivières, Québec.
- Brad, S., Murar, M., & Brad, E. (2016). Methodology for Lean Design of Disruptive Innovations. *Procedia CIRP*, 50, 153-159. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.04.204>
- Brewer, G. A., & Selden, S. C. (2000). Why elephants gallop: Assessing and predicting organizational performance in federal agencies. *Journal of Public Administration*

- Research & Theory*, 10(4), 685-712.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jpart.a024287>
- Buer, S. V., Semini, M., Strandhagen, J. O., & Sgarbossa, F. (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7), 1976-1992.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>
- Buzón Quijada, J. A. (2019). *Lean Manufacturing*. Editorial Elearning.
<https://books.google.es/books?id=vMfIDwAAQBAJ&lpg=PA7&ots=QW6xhQuJC5&dq=teoria%20lean%20manufacturing&lr&hl=es&pg=PA4#v=onepage&q=teoria%20lean%20manufacturing&f=false>
- Calantone, R. J., Cavusgil, S. T., & Zhao, Y. (2002). Learning orientation, firm innovation capability, and firm performance. *Industrial Marketing Management*, 31(6), 515-524. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0019-8501\(01\)00203-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0019-8501(01)00203-6)
- Chiarini, A. (2011). Integrating lean thinking into ISO 9001: a first guideline. *International Journal of Lean Six Sigma*, 2(2), 96-117.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/20401461111135000>
- Clark-Carter, D. (2002). *Investigación Cuantitativa en Psicología: del diseño experimental al reporte de investigación*. Oxford University Press.
- Cuggia-Jiménez, C., Orozco-Acosta, E., & Mendoza-Galvis, D. (2020). Manufactura esbelta: una revisión sistemática en la industria de alimentos. *Información tecnológica*, 31(5), 162-172. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000500163>
- Das, K., & Imon, R. (2016). A Brief Review of Tests for Normality. *American Journal of Theoretical and Applied Statistics*, 5(1), 5-12.
<https://doi.org/https://doi.org/10.11648/j.ajtas.20160501.12>
- Dave, P. Y. (2020). The History of Lean Manufacturing by the view of Toyota-Ford. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 11(8), 1598-1602.
- De Giovanni, P., & Cariola, A. (2021). Process innovation through industry 4.0 technologies, lean practices and green supply chains. *Research in Transportation Economics*, 90. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100869>

- De Souza, R. B., & Carpinetti, L. C. (2014). A FMEA-based approach to prioritize waste reduction in lean implementation. *International Journal of Quality & Reliability Management*, *31*(4), 346-366. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2012-0058>
- Deshmukh, M., Gangele, A., Gope, D. K., & Dewangan, S. (2022). Study and implementation of lean manufacturing strategies: A literature review. *Materials Today: Proceedings*, *62*(3), 1489-1495. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.155>
- Dhingra, A. K., Kumar, S., & Singh, B. (2019). Cost reduction and quality improvement through Lean-Kaizen concept using value stream map in Indian manufacturing firms. *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, *10*(4), 792-800. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s13198-019-00810-z>
- Dieste, M., Panizzolo, R., & Garza-Reyes, J. A. (2020). Evaluating the impact of lean practices on environmental performance: evidences from five manufacturing companies. *Production Planning & Control*, *31*(9), 739-756. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1681535>
- Elgueta Rosas, M., & Zamorano Figueroa, F. (2015). Validación del instrumento de medición para la caracterización nacional de estudiantes de derecho. *Revista Pedagogía Universitaria y Didáctica del Derecho*, *1*(2), 105-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.5354/0719-5885.2015.36173>
- Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, O., Froiz-Míguez, I., & Fraga-Lamas, P. (2019). Towards an Autonomous Industry 4.0 Warehouse: A UAV and Blockchain-Based System for Inventory and Traceability Applications in Big Data-Driven Supply Chain Management. *Sensors*, *19*(10). <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/s19102394>
- Fouquereau, E., & Liliane, R. (2002). Elaboration de l'échelle de satisfaction de vie professionnelle (ESVP) en langue française : une démarche exploratoire. *Revue canadienne des sciences du comportement*, *34*(3), 210-215.
- García-García, J. A., Reding-Bernal, A., & López-Alvarenga, J. C. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. *Investigación en*

Educación Médica, 2(8), 217-224. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72715-7](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72715-7)

- Georgise, F. B., & Mindaye, A. T. (2020). Kaizen implementation in industries of Southern Ethiopia: Challenges and feasibility. *Cogent Engineering*, 7(1). <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/23311916.2020.1823157>
- Gupta, S., & Chandna, P. (2020). A case study concerning the 5S lean technique in a scientific equipment manufacturing company. *Grey Systems: Theory and Application*, 10(3), 339-357. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/GS-01-2020-0004>
- Habib, M. A., Rizvan, R., & Ahmed, S. (2023). Implementing Lean Manufacturing for improvement of operational performance in a labeling and packaging plant: A case study in Bangladesh. *Results in Engineering*, 17. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100818>
- Hadid, W. (2019). Lean service, business strategy and ABC and their impact on firm performance. *Production Planning & Control*, 30(14), 1203-1217. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09537287.2019.1599146>
- Hemalatha, C., Sankaranarayananasamy, K., & Durairaj, N. (2021). Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control. *Materials Today: Proceedings*, 46(20), 2214-7853. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.473>
- Hoffmann, D. L., & Torres Jr, A. S. (2019). Lean development evaluation in small Brazilian company. *Revista de Gestão*, 26(4), 429-454. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/REG-04-2018-0058>
- Ibrahim, A. R., Imtiaz, G., Mujtaba, B., Vinh Vo, X., & Ahmed, Z. U. (2020). Operational excellence through lean manufacturing: Considerations for productivity management in Malaysia's construction industry. *Journal of Transnational Management*, 25(3), 225-256. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/15475778.2020.1749809>
- Jimenez, G., Santos, G., Sá, J. C., Ricardo, S., Pulido, J., Pizarro, A., & Hernández, H. (2019). Improvement of Productivity and Quality in the Value Chain through Lean

- Manufacturing – a case study. *Procedia Manufacturing*, 41, 882-889.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.10.011>
- Johansson, P., & Osterman, C. (2017). Conceptions and operational use of value and waste in lean manufacturing – an interpretivist approach. *International Journal of Production Research*, 55(23), 6903-6915.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1326642>
- Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401–415.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02291817>
- Lander, E., & Liker, K. (2007). The Toyota Production System and art: making highly customized and creative products the Toyota way. *International Journal of Production Research*, 45(16), 3681-3698.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/00207540701223519>
- Lee, T., Cai, L., & MacCallum, R. (2012). Power Analysis for tests of structural equation models. In H. H. Rick, *Handbook of Structural Equation Modeling* (pp. 81-194). The Guilford Press.
- Letelier, M. J., Aller, M., Henao, D., Sánchez-Pérez, I., V. L., Coderch de Lassaletta, J., . . . Vázquez Navarrete, M. L. (2010). Design and validation of a questionnaire to measure continuity between care levels from the user's perspective. *Gaceta sanitaria*, 24(4), 339-346.
- Lim, E. C. (2020). Lean Production and Job Satisfaction: Perception of Workers in Plastics. *Manufacturing Review of Integrative Business and Economics Research*, 9(2), 429-437.
- MacCallum, R., Browne, M., & Sugawara, H. (1996). Power analysis and determination of sample size for covariance structure modeling. *Psychological Methods*, 1(2), 130-149. <https://doi.org/https://doi.org/10.1037/1082-989X.1.2.130>
- Minh, K. S., Zailani, S., Iranmanesh, M., & Heidari, S. (2019). Do lean manufacturing practices have negative impact on job satisfaction? . *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 257-274. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0072>

- Minovski, R., Jovanoski, B., & Galevski, P. (2018). Lean implementation and implications: experiences from Macedonia. *International Journal of Lean Six Sigma*, *12*(1), 78-97. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2016-0057>
- Miraldes, S., Azevedo, T., Charrua-Santos, F., Mendes, F., & J., M. (2015). IT Applications in Logistics and their Influence on the Competitiveness of Enterprises/Supply Chains. *Scientific Annals of the Alexandru Ioan Cuza University of Iasi – Economic Sciences*, *62*(1), 121-146.
- Míkva, M., Prajová, V., Yakimovich, B., Korshunov, A., & Tyurin, I. (2016). Standardization – One of the Tools of Continuous Improvement. *Procedia Engineering*, *149*, 329-332. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.06.674>
- Mofolasayo, A., Young, S., Martinez, P., & Ahmad, R. (2022). How to adapt lean practices in SMEs to support Industry 4.0 in manufacturing. *Procedia Computer Science*, *200*, 934-943. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.291>
- Mojib, Z. S. (2016). A survey on lean manufacturing implementation in a selected manufacturing industry in Iran. *International Journal of Lean Six Sigma*, *7*(2), 136-148. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJLSS-03-2015-0010>
- Möldner, A. K., Garza-Reyes, J. A., & Kumar, V. (2020). Exploring lean manufacturing practices' influence on process innovation performance. *Journal of Business Research*, *106*, 233-249. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.09.002>
- Mondragón Barrera, A. (2014). Uso de la correlación de spearman en un estudio de intervención en fisioterapia. *Movimiento Científico*, *8*(1), 98-104.
- Murphy, K., Myors, B., & Wolach, A. (2014). *Statistical Power Analysis: A Simple and General Model for Traditional and Modern Hypothesis Tests*. Routledge.
- Mvulirwenande, S., & Wehn, U. (2020). Dynamics of water innovation in African cities: Insights from Kenya, Ghana and Mozambique. *Environmental Science & Policy*, *114*, 96-108. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.07.024>
- Noto, G., & Cosenz, F. (2021). Introducing a strategic perspective in lean thinking applications through system dynamics modelling: the dynamic Value Stream Map.

- Business Process Management Journal*, 27(1), 306-327.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/BPMJ-03-2020-0104>
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Proceedings*, 46(1), 729-736.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Pena, R., Ferreira, L. P., Silva, F. J., Sá, J. C., Fernandes, N. O., & Pereira, T. (2020). Lean manufacturing applied to a wiring production process. *Procedia Manufacturing*, 51, 1387-1394.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.10.193>
- Prakash, J., & Chin, J. F. (2014). Comparison between production controls in multi-stage multi-product manufacturing environments: two case studies. *Production & Manufacturing Research*, 2(1), 477-500.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1080/21693277.2014.925412>
- Preacher, K. & Coffman, D. (2006). *Computing power and minimum sample size for RMSEA* [Software]. <http://www.quantpsy.org/rmsear/rmsear.htm>
- Psomas, E., Antony, J., & Bouranta, N. (2018). Assessing Lean adoption in food SMEs: Evidence from Greece. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 35(1), 64-81. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJQRM-05-2016-0061>
- Putri, N. T., & Dona, L. S. (2019). Application of lean manufacturing concept for redesigning facilities layout in Indonesian home-food industry. *The TQM Journal*, 31(5), 815–830. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/tqm-02-2019-0033>
- R., B. R., Vinodh, S., & P., A. (2019). State of art perspectives of lean and sustainable manufacturing. *International Journal of Lean Six Sigma*, 10(1), 234-256.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJLSS-11-2016-0070>
- Rahman, N. A., Sharif, S. M., & Esa, M. M. (2013). Lean Manufacturing Case Study with Kanban System Implementation. *Procedia Economics and Finance*, 7, 174-180.
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00232-3](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00232-3)
- Rajab, S., Afy-Shararah, M., & Salonitis, K. (2022). Using Industry 4.0 Capabilities for Identifying and Eliminating Lean Wastes. *Procedia CIRP*, 107, 21-27.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.04.004>

- Rajadell Carreras, M. (2021). *Lean Manufacturing: Herramientas para producir mejor*. Ediciones Diaz de Santos. <https://books.google.es/books?id=40VIEAAAQBAJ&lpg=PR4&hl=es&pg=PR4#v=onepage&q&f=false>
- Randhawa, J. S., & Ahuja, I. S. (2017). 5S – a quality improvement tool for sustainable performance: literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 34(3), 334-361. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJQRM-03-2015-0045>
- Rodriguez, D., Buyens, D., Van Landeghem, H., & Lasio, V. (2016). Impact of Lean Production on Perceived Job Autonomy and Job Satisfaction: An Experimental Study. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 26(2), 159-176. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/hfm.20620>
- Rodríguez, D., Van Landeghem, H., Lasio, V., & Buyens, D. (2017). Determinants of job satisfaction in a lean environment. *International Journal of Lean Six Sigma*, 8(2), 134-152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2016-0002>
- Schmitt, T., Wolf, C. L., & Okwir, S. (2021). Beyond “Leanear” production: A multi-level approach for achieving circularity in a lean manufacturing context. *Journal of Cleaner Production*, 318. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128531>
- Schober, P., Boer, C., & Schwarte, L. (2018). Correlation Coefficients: Appropriate Use and Interpretation. *Anesthesia & Analgesia*, 126(5), 1763-1768. <https://doi.org/https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000002864>
- Shah, S. R., & Ganji, E. (2017). Lean production and supply chain innovation in baked foods supplier to improve performance. *British Food Journal*, 119(11), 2421-2447. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/BFJ-03-2017-0122>
- Shahriar, M. M., Parvez, M. S., Islam, M. A., & Talapatra, S. (2022). Implementation of 5S in a plastic bag manufacturing industry: A case study. *Cleaner Engineering and Technology*, 8, 1-13. [https://doi.org/ https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clet.2022.100488)

- Shetty, D., Ali, A., & Cummings, R. (2010). Survey-based spreadsheet model on lean implementation. . *International Journal of Lean Six Sigma*, 1(4), 310-334. [https://doi.org/ https://doi.org/10.1108/20401461011096087](https://doi.org/https://doi.org/10.1108/20401461011096087)
- Shrestha, N. (2021). Factor Analysis as a Tool for Survey Analysis. *American Journal of Applied Mathematics and Statistics*, 9(1), 4-11.
- Sivakumar, R., & Manivel, R. (2020). Analysis on overall equipment effectiveness of a PEMAMEK panel processing machine. *Materials Today: Proceedings*, 21(1), 367-370. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.132>
- Sivaraman, P., Nithyanandhan, T., Lakshminarasimhan, S., Manikandan, S., & Saifudheen, M. (2020). Productivity enhancement in engine assembly using lean tools and techniques. *Proceedings*, 33(1), 201-207. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.010>
- Socconi, L. (2019). *Lean Manufacturing Paso a Paso*. Alfaomega, Marge Books.
- Solaimani, S., Haghighi Talab, A., & Van der Rhee, B. (2019). An integrative view on Lean innovation management. *Journal of Business Research*, 105, 109-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.042>
- Soriano Rodriguez, A. M. (2015). Diseño y validación de instrumentos de medición. *Diálogos*, 14, 19-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/dialogos.v0i14.2202>
- Suryaprakash, M., Gomathi Prabha, M., Yuvaraja, M., & Rishi Revanth, R. V. (2021). Improvement of overall equipment effectiveness of machining centre using TPM. *Proceedings*, 46(19), 9348-9353. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.820>
- Taj, S. (2005). Applying Lean assessment tools in Chinese hi-tech industries. *Management Decision*, 43(4), 628-643. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/00251740510593602>
- Tezel, A., & Aziz, Z. (2017). Visual management in highways construction and maintenance in England. Engineering. *Construction and Architectural Management*, 24(3), 486-513. <https://doi.org/https://doi.org/10.1108/ECAM-02-2016-0052>

- The jamovi project (2021). *jamovi*. (Version 1.6) [Computer Software].
<https://www.jamovi.org>.
- Viechtbauer, W., Smits, L., Kotz, D., Budé, L., Spigt, M., Serroyen, J., & Crutzen, R. (2015). A simple formula for the calculation of sample size in pilot studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, *68*(11), 1375-1379.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2015.04.014>
- Vijay, S., & Prabha, M. G. (2021). Work standardization and line balancing in a windmill gearbox manufacturing cell: A case study. *Materials Today: Proceedings*, *46*(19), 9721-9729. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.08.584>
- Xiwei, L., Yun, Z., Kun, P., Chunguang, Z., Ming, L., Shi-chang, L., & T., C. (2014). Application of PDCA Method in Quality Management of Running Medical Records at the Department of Orthopedics. *Chinese Medical Record English Edition*, *2*(3), 112-115. <https://doi.org/https://doi.org/10.3109/23256176.2014.910906>

ANEXOS

Anexo 1 Instrumento de medición

I. Responda la información solicitada según corresponda.

Seleccione el estado en el que se ubica la empresa para la que trabajas.



En el municipio:

De acuerdo con el número de empleados el tamaño de la organización es:

- Microempresa 1 a 10
- Pequeña 11 a 50
- Mediana 51 a 250
- Grandes más de 250

¿Cuál es el sector industrial al que pertenece?

Sexo:

¿En qué rango de edad se encuentra?

¿Cuántos años ha colaborado en la empresa?

¿En qué área se desempeña actualmente?

¿Qué posición desempeña en la compañía?

II. En la siguiente serie de preguntas seleccione dando clic aquellas herramientas que cumplan con la filosofía mencionada. Elija todas las que considere adecuadas.

¿Cuáles de las siguientes herramientas de manufactura esbelta que están relacionadas con la filosofía JIT (Just in Time/Justo a Tiempo) se han implementado en la empresa?

- Flujo de una sola pieza (One piece Flow). Producir una pieza a la vez o en el caso de que el proceso no se ajuste a producción pieza a pieza, se fabrica en lotes lo más pequeños posibles.
- Sistema de jalar (Pull System). Planear la producción de acuerdo con la demanda del cliente.
- Tiempo Tacto/Takt time. Determinación del tiempo ciclo de acuerdo a la demanda del cliente.
- Celdas de manufactura. Procesos que se agrupan de acuerdo con la secuencia de operaciones para la fabricación de un producto con el fin de incrementar la flexibilidad o en el caso de que el proceso productivo no se ajuste a las celdas la empresa trabaja en aumentar la flexibilidad.
- Heijunka. Nivelación del flujo de la producción acorde a la demanda.
- Kanban. Uso de tarjetas físicas o electrónicas para administrar el flujo de la producción.

- Control Visual. Dispositivo de comunicación que se utiliza en el trabajo para detectar a simple vista cuando no se cumple con las condiciones establecidas. Por ejemplo, líneas para delimitar la ubicación del material, botes de colores para separar la basura, etc.
- Personal con multihabilidades. Se centra en desarrollar a los empleados para que puedan realizar más de una actividad/operación.
- Implementación Justo a Tiempo en el departamento de compras (Just In Time). Los suministros y materia prima llegan a la fábrica en la cantidad y en el momento en que serán utilizados.
- Trabajo estandarizado. Secuencia de trabajo que debe realizarse en cada ciclo productivo y que puede ser consultada en medios impresos o electrónicos.
- Teoría de restricciones. Identificación y seguimiento a cuellos de botella con el fin de optimizar los sistemas operativos.
- Ninguna.

¿Cuáles de las siguientes herramientas de manufactura esbelta que están relacionadas con la filosofía TPM (Total Productive Maintenance/Mantenimiento Productivo Total) se han implementado en la empresa?

- Efectividad General del Equipo (OEE). Indicador que mide la efectividad del uso de la maquinaria y equipo.
- Cambio rápido de modelo (SMED). Se basa en la reducción de tiempo de cambio de modelos de las máquinas.
- 5S. Se centra en mantener el área de trabajo ordenada, limpia y organizada.
- Mantenimiento autónomo. El personal cuida de la limpieza, la inspección y parte del mantenimiento de los equipos y activos en los que trabaja.

- Mantenimiento planeado/preventivo. Se enfoca en anticiparse a las averías y reducir las fallas de los equipos, se programa de acuerdo con el histórico y en horarios que no perjudican el funcionamiento de la organización.
- Mantenimiento con calidad. Se basa en detectar fallas, analizarlas y eliminar la causa raíz que las ocasionan.
- Revisión y control inicial antes del arranque de la producción. Se centra en asegurar que las condiciones del equipo sean las adecuadas al iniciar la operación.
- Ambiente limpio y seguro. Se desarrollan acciones para un ambiente de trabajo libre de accidentes y erradicar cualquier riesgo para la salud y la seguridad.
- Mantenimiento Predictivo. Se orienta en predecir cuándo ocurrirá una avería en la máquina para prevenirlo, se basa en estudios de fiabilidad y desgaste.
- Ninguna.

¿Cuáles de las siguientes herramientas de manufactura esbelta están relacionadas con la filosofía Autonomation (Autonomización de los defectos) se han implementado en la empresa?

- Mistake proofing/Poka-Yokes. Dispositivo a prueba de errores que previene y detecta defectos.
- Sistemas visuales de control/Andon. Sistema de comunicación utilizado por el trabajador o máquina para alertar y parar la producción ante un problema que comprometa la calidad del producto.
- Jidōka. Las máquinas poseen sistemas que permiten auto-alertarse y parar ante una anomalía para evitar el avance de los defectos y solicitar su atención.
- Ninguna.

¿Cuáles de las siguientes herramientas de manufactura esbelta que están relacionadas con la filosofía VSM (Value Stream Mapping/Mapeo de la Cadena de Valor) se han implementado en la empresa?

- Mapa del estado actual. Muestra el ahora de la empresa.
- Mapa del estado ideal. Señala hacia dónde se quiere dirigir la empresa como parte de la planeación estratégica.
- Mapa del estado futuro. Presenta acciones a corto, mediano y/o largo plazo que permiten acercarse al mapa del estado ideal.
- Diagrama de flujo. Representación gráfica de la secuencia del proceso.
- Ninguna.

¿Cuáles de las siguientes herramientas de manufactura esbelta que están relacionadas con la filosofía de Mejora Continua se han implementado en la empresa?

- 5S. Se centra en mantener el área de trabajo ordenada, limpia y organizada.
- Lluvia de ideas. Genera nuevas ideas sobre un tema o problema definido.
- Proceso de flujo continuo. Organizar el trabajo en cada proceso de forma fluida sin interrupción, buscando una secuencia de producción pieza a pieza o en el caso que el proceso así lo requiera, en lotes lo más pequeños posibles.
- Kanban. Uso de tarjetas físicas o electrónicas para administrar el flujo de la producción
- Hoja de verificación de datos/Check List/Hoja de Control. Se utiliza para recolectar datos mediante la observación de un proceso de forma ordenada y sistemática.
- 5 Porqués. Herramienta de análisis de causa-efecto por medio de la pregunta "¿por qué?" para determinar la causa raíz de un problema.

Ninguna.

III. En la siguiente serie de preguntas seleccione dando clic aquellas herramientas que cumplan con la filosofía mencionada. Elija todas las que considere adecuadas.

Calidad – Satisfacción del cliente, scrap, reclamos de garantía, calidad a la primera vez (FTQ), tiempo medio entre fallas (MTBF).

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

Tiempo de respuesta – Asistencia al cliente, tiempo de procesamiento de órdenes, frecuencia de entregas, tiempo de procesamiento teórico contra real, tiempo ciclo.

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

Fiabilidad – Porcentaje de entrega de órdenes atrasadas, tiempo promedio de retraso en los pedidos, cantidad de productos en stock, desviación media de la llegada compromiso de material a almacén, cumplimiento del programa de órdenes.

0% 10% 20% 30% 40% 50% 60% 70% 80% 90% 100%

Flexibilidad – Adaptación para desarrollar nuevos productos ante cambios en el entorno, variedad de productos, duración del cambio de modelo en

máquinas, capacidad instalada promedio y máxima, tiempo para modificar planes de producción.



Costo – Gasto ejercido contra el presupuestado, utilización de los recursos, productividad laboral, eficiencia de la organización, costo por hora de operación.



Estime el porcentaje de mejora lograda en los siguientes indicadores de desempeño organizacional debido a la contribución de Lean en los últimos tres años.

IV Las acciones de Lean se han enfocado para que:

	Totalmente desacuerdo					Totalmente de acuerdo				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación.	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas.	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas.	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

V Las acciones de Lean se han enfocado para que:

Totalmente desacuerdo	Totalmente de acuerdo									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida.	<input type="radio"/>									
Cuento con excelentes condiciones laborales.	<input type="radio"/>									
Me gusta lo que hago en mi trabajo.	<input type="radio"/>									
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo.	<input type="radio"/>									
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada.	<input type="radio"/>									

Gracias por su tiempo para completar la encuesta.

Anexo 2 Estadísticos obtenidos del análisis de la prueba piloto

Manufactura Esbelta

	Total
Casos N	22
Elementos	5
Alfa de Cronbach	.894

Elemento	Media	Desviación estándar
Justo a Tiempo	.524	.263
Mantenimiento Productivo Total	.580	.272
Autonomización de los defectos	.666	.356
Mapeo de la Cadena de Valor	.522	.335
Mejora Continua	.727	.221

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza
Medias de los elementos	.604	.523	.727	.205	.008
Varianzas de los elementos	.086	.049	.127	.078	.001

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Justo a Tiempo	2.497	.987	.843
Mantenimiento Productivo Total	2.441	.996	.854
Autonomización de los defectos	2.355	.932	.897
Mapeo de la Cadena de Valor	2.499	.956	.888
Mejora Continua	2.295	1.116	.876

Desempeño Operacional

	Total
Casos N	22
Elementos	5
Alfa de Cronbach	.951

Elemento	Media	Desviación estándar
Calidad	.531	.306
Tiempo de Respuesta	.554	.280
Fiabilidad	.600	.305
Flexibilidad	.613	.304
Costo	.595	.282

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza
Medias de los elementos	.579	.532	.614	.082	.001
Varianzas de los elementos	.088	.079	.094	.015	.000

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Calidad	2.3636	1.189	.947
Tiempo de Respuesta	2.3409	1.190	.931
Fiabilidad	2.2955	1.160	.937
Flexibilidad	2.2818	1.209	.953
Costo	2.3000	1.190	.932

Innovación

	Valor
Casos N	22
Elementos	3
Alfa de Cronbach	.925

Elemento	Media	Desviación estándar
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación	7.954	1.703
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas	7.772	1.974
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas	7.545	2.063

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza
Medias de los elementos	7.758	7.545	7.955	.409	.042
Varianzas de los elementos	3.687	2.903	4.260	1.357	.494

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación	15.318	15.561	.951
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas	15.500	12.357	.841
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas	15.727	12.017	.868

Satisfacción Laboral

	Total
Casos N	22
Elementos	5
Alfa de Cronbach	.839

Elemento	Media	Desviación estándar
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida	7.318	2.101
Cuento con excelentes condiciones laborales	8.045	1.675
Me gusta lo que hago en mi trabajo	8.727	1.077
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo	8.181	1.622
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada	6.090	2.348

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza
Medias de los elementos	7.758	7.545	7.955	.409	.042
Varianzas de los elementos	3.687	2.903	4.260	1.357	.494

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida	31.0455	36.617	.892
Cuento con excelentes condiciones laborales	30.3182	32.799	.775
Me gusta lo que hago en mi trabajo	29.6364	39.766	.818
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo	30.1818	32.823	.769
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada	32.2727	25.541	.758

Instrumento de Medición Global

	Total
Casos N	22
Elementos	18
Alfa de Cronbach	.778

Elemento	Media	Desviación estándar
Justo a Tiempo	.524	.263
Mantenimiento Productivo Total	.580	.272
Autonomización de los defectos	.666	.356
Mapeo de la Cadena de Valor	.522	.335
Mejora Continua	.727	.221
Calidad	.531	.306
Tiempo de Respuesta	.554	.280
Fiabilidad	.600	.305
Flexibilidad	.613	.304
Costo	.595	.282
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación	7.954	1.703
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas	7.772	1.974
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas	7.545	2.063
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida	7.318	2.101
Cuento con excelentes condiciones laborales	8.045	1.675
Me gusta lo que hago en mi trabajo	8.727	1.077
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo	8.181	1.622
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada	6.090	2.348

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Varianza
Medias de los elementos	3.753	.523	8.727	8.205	13.478
Varianzas de los elementos	1.581	.049	5.515	5.466	3.702

	Media de la escala si se elimina el elemento	Varianza de la escala si se elimina el elemento	Alfa de Cronbach si se elimina el elemento
Justo a Tiempo	67.029	106.315	.779
Mantenimiento Productivo Total	66.973	106.323	.779
Autonomización de los defectos	66.887	108.713	.786
Mapeo de la Cadena de Valor	67.031	104.933	.775
Mejora Continua	66.826	107.924	.783
Calidad	67.022	105.215	.776
Tiempo de Respuesta	66.999	104.295	.773
Fiabilidad	66.954	104.629	.774
Flexibilidad	66.940	104.844	.775
Costo	66.958	104.244	.773
Nuestra compañía es creativa en sus métodos de operación	59.599	86.102	.747
Nuestra compañía busca nuevas formas de hacer las cosas	59.781	85.568	.757
Nuestra compañía prueba con frecuencia nuevas ideas	60.008	86.736	.766
Mi trabajo actual está alineado con lo que quiero en la vida	60.235	81.905	.751
Cuento con excelentes condiciones laborales	59.508	83.360	.735
Me gusta lo que hago en mi trabajo	58.826	94.466	.755
Obtengo las cosas importantes que quiero de mi trabajo	59.372	89.677	.756
Si pudiera cambiar algo de mi trabajo, no cambiaría casi nada	61.463	77.772	.749

Anexo 3 Análisis de Fiabilidad

Manufactura Esbelta

	Alpha de Cronbach (α)		Omega de McDonald's (ω)		
Escala	.879		.889		
	Si se elimina el elemento				
	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem-resto	Alpha de Cronbach α	Omega de McDonald's ω
JIT	58.20	27.70	.758	.844	.857
TPM	61.90	27.80	.810	.832	.842
AUT	69.30	34.10	.677	.865	.875
VSM	55.30	34.60	.663	.870	.878
MC	75.70	25.00	.709	.857	.870

Desempeño Operacional

	Alpha de Cronbach (α)		Omega de McDonald's (ω)		
Escala	.952		.953		
	Si se elimina el elemento				
	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem-resto	Alpha de Cronbach α	Omega de McDonald's ω
Calidad	66.60	28.20	.802	.952	.953
Respuesta	68.80	26.90	.888	.936	.940
Fiabilidad	70.60	26.30	.906	.933	.934
Flexibilidad	70.80	26.60	.868	.940	.941
Costo	69.10	26.20	.870	.940	.941

Innovación

	Alpha de Cronbach (α)			Omega de McDonald's (ω)		
Escala	.951			.951		
				Si se elimina el elemento		
	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem-resto	Alpha de Cronbach α	de	Omega de McDonald's ω
I1	7.58	2.17	0.865	0.952		0.952
I2	7.64	2.27	0.921	0.909		0.909
I3	7.41	2.24	0.905	0.922		0.922

Satisfacción Laboral

	Alpha de Cronbach (α)			Omega de McDonald's (ω)		
Escala	.930			.935		
				Si se elimina el elemento		
	Media	Desviación estándar	Correlación Ítem-resto	Alpha de Cronbach α	de	Omega de McDonald's ω
SL1	7.13	2.68	0.794	0.920		0.926
SL2	7.48	2.33	0.844	0.909		0.916
SL3	8.32	1.87	0.756	0.928		0.932
SL4	7.75	2.26	0.864	0.905		0.912
SL5	6.30	2.76	0.866	0.906		0.912

NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, AUT: Autonomización de los defectos, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor, MC: Mejora Continua.

Anexo 4 Prueba de normalidad

Manufactura Esbelta

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Justo a Tiempo	.118	114	.001	.937	114	.001
Mantenimiento Productivo Total	.124	114	.001	.938	114	.001
Autonomización de los defectos	.290	114	.001	.796	114	.001
Mapeo de la Cadena de Valor	.230	114	.001	.849	114	.001
Mejora Continua	.211	114	.001	.856	114	.001

Desempeño Operacional

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Calidad	.280	114	.001	.818	114	.001
Respuesta	.223	114	.001	.834	114	.001
Fiabilidad	.271	114	.001	.840	114	.001
Flexibilidad	.214	114	.001	.863	114	.001
Costo	.231	114	.001	.881	114	.001

Innovación

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ítem1	.167	114	.001	.883	114	.001
Ítem2	.186	114	.001	.874	114	.001
Ítem3	.156	114	.001	.906	114	.001

Satisfacción Laboral

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Ítem1	.224	114	.001	.854	114	.001
Ítem2	.190	114	.001	.858	114	.001
Ítem3	.203	114	.001	.788	114	.001
Ítem4	.219	114	.001	.822	114	.001
Ítem5	.135	114	.001	.924	114	.001

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Anexo 5 Correlación entre ítems

Manufactura Esbelta

	JIT	TPM	AUT	VSM	MC
JIT					
Coefficiente	1	.762**	.635**	.562**	.576**
Sig.	.	.001	.001	.001	.001
TPM					
Coefficiente	.762**	1	.588**	.650**	.681**
Sig.	.001	.	.001	.001	.001
AUT					
Coefficiente	.635**	.588**	1	.487**	.537**
Sig.	.001	.001	.	.001	.001
VSM					
Coefficiente	.562**	.650**	.487**	1	.600**
Sig.	.001	.001	.001	.	.001
MC					
Coefficiente	.576**	.681**	.537**	.600**	1
Sig.	.001	.001	.001	.001	.

Desempeño Operacional

	Calidad	Respuesta	Fiabilidad	Flexibilidad	Costo
Calidad					
Coefficiente	1	.811**	.685**	.633**	.681**
Sig.	.	.001	.001	.001	.001
Respuesta					
Coefficiente	.811**	1	.781**	.722**	.705**
Sig.	.001	.	.001	.001	.001
Fiabilidad					
Coefficiente	.685**	.781**	1	.800**	.773**
Sig.	.001	.001	.	.001	.001
Flexibilidad					
Coefficiente	.633**	.722**	.800**	1	.791**
Sig.	.001	.001	.001	.	.001
Costo					

Coeficiente	.681**	.705**	.773**	.791**	1
Sig.	.001	.001	.001	.001	.

Innovación

	Ítem1	Ítem2	Ítem3
Ítem1			
Coeficiente	1	.836**	.870**
Sig.	.	.001	.001
Ítem2			
Coeficiente	.836**	1	.904**
Sig.	.001	.	.001
Ítem3			
Coeficiente	.870**	.904**	1
Sig.	.001	.001	.

Satisfacción Laboral

	Ítem1	Ítem2	Ítem3	Ítem4	Ítem5
Ítem1					
Coeficiente	1	.685**	.720**	.749**	.771**
Sig.	.	.001	.001	.001	.001
Ítem2					
Coeficiente	.685**	1	.694**	.766**	.763**
Sig.	.001	.	.001	.001	.001
Ítem3					
Coeficiente	.720**	.694**	1	.760**	.733**
Sig.	.001	.001	.	.001	.001
Ítem4					
Coeficiente	.749**	.766**	.760**	1	.748**
Sig.	.001	.001	.001	.	.001
Ítem5					
Coeficiente	.771**	.763**	.733**	.748**	1
Sig.	.001	.001	.001	.001	.

** . La correlación es significativa al nivel ,01 (bilateral).

NOTA. JIT: Justo a Tiempo, TPM: Mantenimiento Productivo Total, AUT: Autonomización de los defectos, VSM: Mapeo de la Cadena de Valor, MC: Mejora Continua.

Anexo 6 Análisis Factorial

Manufactura Esbelta

Cargas de componentes

	<u>Componente</u> 1	Unicidad
JIT	.862	.258
TPM	.894	.201
AUT	.798	.364
VSM	.786	.382
MC	.817	.332

Nota. Rotación "Varimax"

Eigenvalues iniciales

Componente	Eigenvalue	% de Varianza	% Acumulado
1	3.464	69.27	69.3
2	.536	10.72	80.0
3	.416	8.33	88.3
4	.380	7.60	95.9
5	.204	4.08	100.0

Prueba de Esfericidad de Bartlett

χ^2	gl	p
308	10	< .001

KMO Medida de Adecuación de Muestra (MSA)

	MSA
Total	.851
JIT	.811
TPM	.808
AUT	.886
VSM	.902
MC	.880

Desempeño Operacional

Cargas de componentes

	<u>Componente</u>	Unicidad
	1	
Calidad	.869	.245
Respuesta	.927	.140
Fiabilidad	.944	.110
Flexibilidad	.920	.154
Costo	.919	.155

Nota. Rotación "Varimax"

Eigenvalues iniciales

Componente	Eigenvalue	% de Varianza	% Acumulado
1	4.1973	83.95	83.9
2	.4228	8.46	92.4
3	.1714	3.43	95.8
4	.1183	2.37	98.2
5	.0902	1.80	100.0

Prueba de Esfericidad de Bartlett

χ^2	gl	p
628	10	< .001

KMO Medida de Adecuación de Muestra (MSA)

	MSA
Total	.843
Calidad	.807
Respuesta	.806
Fiabilidad	.871
Flexibilidad	.871
Costo	.862

Innovación

Cargas de componentes

	Componente	Unicidad
	1	
I1	.938	.1195
I2	.966	.0669
I3	.958	.0820

Nota. Rotación "Oblimin"

Eigenvalues iniciales

Componente	Eigenvalue	% de Varianza	% Acumulado
1	2.7316	91.05	91.1
2	.1783	5.94	97.0
3	.0901	3.00	100.0

Prueba de Esfericidad de Bartlett

χ^2	gl	p
344	3	< .001

KMO Medida de Adecuación de Muestra (MSA)

	MSA
Total	.759
I1	.851
I2	.707
I3	.740

Satisfacción Laboral

Cargas de componentes

	<u>Componente</u>	Unicidad
	1	
SL1	.867	.249
SL2	.902	.186
SL3	.841	.293
SL4	.920	.153
SL5	.918	.158

Nota. Rotación "Varimax"

Eigenvalues iniciales

Componente	Eigenvalue	% de Varianza	% Acumulado
1	3.962	79.24	79.2
2	.374	7.49	86.7
3	.303	6.07	92.8
4	.208	4.16	97.0
5	.152	3.04	100.0

Prueba de Esfericidad de Bartlett

χ^2	gl	p
465	10	< .001

KMO Medida de Adecuación de Muestra (MSA)

	MSA
Total	.886
SL1	.930
SL2	.861
SL3	.908
SL4	.865
SL5	.881

Anexo 7 Cálculo tamaño de muestra por RMSEA

Results from Rweb

You are using Rweb1.03 on the server at rweb.online

```
R version 3.6.3 (2020-02-29) -- "Holding the Windsock"  
Copyright (C) 2020 The R Foundation for Statistical Computing  
Platform: x86_64-pc-linux-gnu (64-bit)
```

```
R is free software and comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY.  
You are welcome to redistribute it under certain conditions.  
Type 'license()' or 'licence()' for distribution details.
```

```
R is a collaborative project with many contributors.  
Type 'contributors()' for more information and  
'citation()' on how to cite R or R packages in publications.
```

```
Type 'demo()' for some demos, 'help()' for on-line help, or  
'help.start()' for an HTML browser interface to help.  
Type 'q()' to quit R.
```

```
Rweb:> png(file= "/tmp/Rout.3234805.%03d.png")  
Rweb:>  
Rweb:> #Computation of minimum sample size for test of fit  
Rweb:>  
Rweb:> rmsea0 <- 0.05 #null hypothesized RMSEA  
Rweb:> rmseaa <- 0.08 #alternative hypothesized RMSEA  
Rweb:> d <- 127 #degrees of freedom  
Rweb:> alpha <- 0.05 #alpha level  
Rweb:> desired <- 0.8 #desired power  
Rweb:>  
Rweb:> #Code below need not be changed by user  
Rweb:> #initialize values  
Rweb:> pow <- 0.0  
Rweb:> n <- 0  
Rweb:> #begin loop for finding initial level of n  
Rweb:> while (pow<=" n+100=" ncp0=" (n-1)*d*rmsea0^2=" ncpa=" (n-  
1)*d*rmseaa^2=" #compute=" power=" if(rmsea0  
Rweb:> #begin loop for interval halving  
Rweb:> foo <- -1  
Rweb:> newn <- n  
Rweb:> interval <- 200  
Rweb:> powdiff <- pow - desired  
Rweb:> while (powdiff>.001) {  
+   interval <- interval*.5  
+   newn <- newn + foo*interval*.5  
+   ncp0 <- (newn-1)*d*rmsea0^2  
+   ncpa <- (newn-1)*d*rmseaa^2  
+   #compute power  
+   if(rmsea0<=" qchisq(alpha,d,ncp="ncp0,lower.tail=F)" pow=""  
pchisq(cval,d,ncp="ncpa,lower.tail=F)" }=" else=" qchisq(1-  
alpha,d,ncp="ncp0,lower.tail=F)" 1-pchisq(cval,d,ncp="ncpa,lower.tail=F)"  
powdiff=" abs(pow-desired)=" if=" (powdesired) {  
+   foo <- -1  
+ }  
+ }  
Rweb:>  
Rweb:> minn <- newn  
Rweb:> print(minn)  
[1] 112.1094  
Rweb:>  
Rweb:>
```