

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Con estudios incorporados a la
Secretaría de Educación Pública

**Identificación de factores en la relación armadora
automotriz – proveedores mediante *six- sigma***

TESIS

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAESTRÍA EN DIRECCIÓN DE OPERACIONES

P R E S E N T A

MARIANA DE LA CUEVA DIAZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ROBERTO GONZÁLEZ OJEDA

Resumen

La importancia que tienen las relaciones entre proveedores y empresas armadoras de equipo original en mercados de alta tecnología, se ha hecho evidente en la literatura reciente, al sugerir que la fortaleza de los canales de comunicación permite el desarrollo de nuevas tecnologías, incrementando la posibilidad de innovar en las empresas y responder de forma más eficiente a las exigencias del mercado. Estas prácticas generan también valor en el sistema, que se traslada a los clientes finales.

Desde la perspectiva de la Administración Estratégica, la información se genera tanto de forma externa como de forma interna a la compañía (incluyendo procesos, investigación y desarrollo dentro de la empresa), y es relevante para adaptarse al mercado, al abrir el panorama a diversas posibilidades en la industria en general. La forma en que se administran los procesos para que una compañía cree valor, normalmente se complementan y mejoran cuando existen herramientas de mejora continua que aseguren la calidad de los mismos, para cumplir con los objetivos estratégicos establecidos.

Una de las metodologías claves para identificar causas de los problemas, es la metodología *six- sigma* que, a través de etapas estratégicas y análisis de datos estadísticos, permite dimensionar el problema, encontrar elementos clave y con ello identificar soluciones. El presente trabajo aprovecha esta metodología para mejorar la relación con los proveedores.

En este documento se aprovecha la aplicación de la metodología *six- sigma* como una herramienta clave de mejora continua en la administración de la relación con los proveedores. Utilizando la información existente en el caso de estudio de una armadora automotriz, se pretende demostrar que una metodología que use herramientas estadísticas, es eficiente y eficaz para identificar elementos relevantes en las relaciones de los proveedores con las armadoras, y que de ser entendidos a fondo, permiten detectar las prioridades de ambas partes y desarrollar estrategias efectivas para una mejora continua en las relaciones..

Los resultados del estudio también indican que la regresión multivariable es adecuada para el análisis del fenómeno, y que en efecto existe una variable que influye en mayor medida. El valor que alcanza la evaluación de los proveedores es muy importante (valor del

negocio que se les otorga medido de forma anual) y es por ello que la estrategia que se propone para mejorar esa relación y calificación, se centra en la selección estratégica de proveedores, reduciendo en lo posible la cantidad de estos últimos, e incrementando el valor de negocio otorgado y comprobando que, de aplicarse, se podrá mejorar la calificación resultante.

Dedicatoria y agradecimientos

“Si he visto más lejos es porque estoy sentado sobre los hombros de gigantes”

Isaac Newton

Agradezco a mis papás Raúl y Eva y a mi hermana Laura quienes me han impulsado desde pequeña a lograr mis objetivos y además me han ayudado a cumplirlos, porque siempre han festejado mis logros y reconfortado en las dificultades y por quienes he aprendido que estos objetivos deben buscar siempre el bien y contribuir con la sociedad. Gracias por ser mis primeros maestros, por inculcarme los valores necesarios para llegar a este punto y asegurarme que aún hay más metas por cumplir, a ustedes, les dedico esta Tesis.

Quiero agradecer también a la comunidad académica que me ha enseñado, a mi asesor de tesis el Dr. Roberto por sus consejos y paciencia, así como a todos mis maestros y compañeros de la Universidad Nacional Autónoma de México, donde estudié la licenciatura y que me ha formado como profesionista y a todos mis maestros y compañeros de la Universidad Panamericana, quienes siempre han tenido una palabra de sabiduría, de aliento y sobre todo de apoyo a lo largo de este trayecto y por quienes hoy tengo la oportunidad de sustentar el título de maestría

Gracias a Dios por permitirme estar aquí y ahora, disfrutando de este éxito rodeada de mis padres, hermana y el resto de mi familia, mi abuelo, tíos y mis primos quienes siempre me han dado su apoyo, y a quienes también agradezco.

Índice de contenido

Resumen	2
Dedicatoria y Agradecimientos	4
Índice de tablas	7
Índice de figuras	8
Introducción	9
Organización del documento	10
Capítulo 1 Antecedentes y estado de la cuestión	
1.1 Antecedentes del problema	11
1.2 Estado del arte	12
1.3 Planteamiento del problema	22
1.4 Hipótesis	23
1.5 Objetivo General	25
1.6 Objetivos específicos	26
1.7 Descripción de la propuesta	26
1.8 Organización del documento	27
Capítulo 2 Metodología de la propuesta	
2.1 Fase 1 <i>six- sigma</i> : Definir el área de enfoque	29
2.2 Fase 2 <i>six- sigma</i> : Medir las variables disponibles	29
2.3 Fase 3 <i>six- sigma</i> : Analizar la medición de las fallas	31
2.4 Fase 4 <i>six- sigma</i> : Mejora	31
2.5 Fase 5 <i>six- sigma</i> : Control	32
2.6 Indicadores utilizados para evaluar la propuesta	33
Capítulo 3 Resultados obtenidos	
3.1 Fase 1 <i>six- sigma</i> : Definir el área de enfoque	35

3.2 Fase 2 <i>six- sigma</i> : Medir las variables disponibles	39
3.2.1 Tamaño de la empresa por sus ventas anuales	39
3.2.2 Empleados Globales	40
3.2.3 Valor de venta anual con la armadora	40
3.2.4 Problemas de calidad	41
3.2.5 Ocasiones que se involucraron en un problema de garantías	43
3.3 Fase 3 <i>six- sigma</i> : Analizar la medición de las fallas	45
3.3.1 Resumen del modelo	45
3.3.2 Ecuación de regresión	45
3.3.3 Coeficientes	46
3.3.4 Análisis de varianza	46
3.3.5 Tabla de ajustes y gráficas de residuos	47
3.3.6 Gráficas de dispersión y Pearson	49
3.4 Fase 4 <i>six- sigma</i> : Mejora	52
3.5 Fase 5 <i>six- sigma</i> : Control	54
3.6 Resultados obtenidos	55
<u>Capítulo 4 Análisis de resultados</u>	
4.1 Análisis de los resultados obtenidos	57
4.2 Recomendaciones	60
4.3 Limitaciones del estudio	61
<u>Capítulo 5 Conclusiones y sugerencias para trabajo futuro</u>	
5.1. Conclusiones	63
5.2. Sugerencias para trabajo futuro	65
<u>Referencias Bibliográficas</u>	66

Índice de Tablas

Tabla 1. Agrupación de métodos de evaluación de la cadena de suministro de acuerdo a la integración de parámetros desde dentro o fuera del control de una compañía	17
Tabla 2: Datos de variables para análisis de modelo de regresión	30
Tabla 3. Cantidad de respuestas de los proveedores de acuerdo a la calificación y ordenadas por mayor cantidad en evaluación "3-4"	37
Tabla 4. Categoría de las 5 preguntas que representan el 50% de las inconformidades	38
Tabla 5. Conceptos relevantes según teoría y según resultado de encuestas	38
Tabla 6. Indicadores identificados como relevantes como variables independientes	44
Tabla 7. Coeficientes del análisis de regresión multivariable	46
Tabla 8. Tabla de análisis de varianza del análisis de regresión multivariable	47
Tabla 9. Tabla de ajustes del análisis de regresión multivariable	47
Tabla 10. Variables "Intercambio de información" y "Compromiso por proveedor"	49
Tabla 11. Variables "Justicia" y "Compromiso" por proveedor	50
Tabla 12. Variables "Justicia" e "Intercambio de información" por proveedor	51
Tabla 13. Resultados ajustados considerando 1% de incremento en "valor del negocio"	54
Tabla 14. Resultados ajustados considerando 10% de incremento en "valor del negocio"	55
Tabla 15. Relación de objetivos específicos con resultados obtenidos.	60

Índice de Figuras

Figura 1. Relación entre cadena de suministro y ventajas competitivas en una empresa (Li et al. 2006)	14
Figura 2. Representación de H2, H3 y H4	25
Figura 3. Modelo DMAIC aplicado a la mejora de la relación entre proveedores y armadora	33
Figura 4. Categorías de las preguntas en la encuesta a proveedores	36
Figura 5. Gráfica de Pareto para análisis de resultados de evaluaciones	37
Figura 6. Proceso de licitación en una armadora (Arvidsson et al.,2020)	41
Figura 7. Pasos de la herramienta 8D	42
Figura 8. Cadena de las garantías (Jagtap, M. M., & Teli, S. N., 2014)	44
Figura 9. Gráficas de residuos para la regresión multivariable	48
Figura 10. Gráfica de dispersión variables “Intercambio de información” y “Compromiso”	50
Figura 11. Gráfica de dispersión variables “Justicia” y “Compromiso”	51
Figura 12. Gráfica de dispersión variables “Justicia” e “Intercambio de información”	52
Figura 13. Representación gráfica de la ecuación de regresión	53

Introducción

De forma reciente, la relación entre armadoras y proveedores ha sido objeto de evaluaciones y análisis por parte de las empresas de la industria automotriz. Éstas se hacen a través de encuestas tanto internas como externas que después se utilizan para entender las relaciones y poder mejorarlas; las evaluaciones externas incluso se publican y distribuyen entre las armadoras participantes para visibilizar a quiénes han evaluado mejor a los proveedores. Si bien es muy relevante promover estas encuestas, por los beneficios que arroja el tener buenas relaciones, no es actualmente objeto de análisis por parte de la armadora ni se hacen estudios de la información para establecer estrategias y de mejorar las relaciones con sus proveedores y elevar, de forma general, la calificación. Dado que las calificaciones asignadas, tanto interna como externamente rara vez alcanzan la más alta en todas las características, se identifica como un problema no conocer las variables que influyen estas calificaciones y, por ende, qué valoran más los proveedores.

El objetivo de este trabajo es aplicar una metodología que, a partir de la información conocida en las evaluaciones internas, y considerando la herramienta para la calidad *six-sigma*, permita reconocer las variables más importantes para el proveedor de modo que se evalúen y propongan estrategias para enfocar los esfuerzos de mejora. La hipótesis planteada es que, al encontrar las variables más importantes, o, en otras palabras, estadísticamente significativas, se podrán crear estrategias efectivas que generen una mejora en la calificación de la armadora.

En los siguientes capítulos se explica la metodología partiendo del estado del arte y la literatura existente, empezando por la cadena de suministro, las perspectivas, investigaciones y relevancia de las relaciones entre empresas y sus proveedores, además del planteamiento del problema, detallando las hipótesis y los objetivos. También se describe la propuesta, y se desarrolla la metodología considerando las cinco fases de la herramienta *six-sigma*, incluyendo la interpretación de los resultados.

En la sección final se presenta la discusión de los resultados obtenidos, recomendaciones y limitaciones de la investigación, así como conclusiones y sugerencias para trabajos futuros.

Organización del documento

Este documento consta de cuatro capítulos. En el capítulo uno se presentan los antecedentes del problema, y se explica cuál es la motivación principal para la investigación y la necesidad de aplicar una metodología para mejorar la situación actual de una o varias armadoras. Después se presenta en el estado del arte, la importancia de la cadena de suministro, así como la relación con los proveedores de acuerdo con diversos autores; se introduce el concepto “desde afuera hacia adentro” así como las herramientas control y de mejora continua aplicables a este problema.

La siguiente parte del trabajo describe el planteamiento del problema, la hipótesis y los objetivos que pretende esta investigación.

El segundo capítulo describe la metodología de la propuesta, primero en general, luego los indicadores que se utilizarán para medir los resultados y al final se desarrollan todos los pasos en la aplicación de la metodología y los resultados obtenidos.

Después de la metodología completa y aplicada, en el tercer capítulo, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos y se compara con las hipótesis planteadas, para demostrar que la propuesta funciona para resolver el problema. Con ello se realizan recomendaciones de estrategias y se analizan los beneficios de su aplicación en cualquier armadora. También se explican las limitaciones encontradas en el desarrollo de este trabajo.

En el cuarto y último capítulo se presentan las conclusiones de la investigación y se proponen sugerencias para trabajos futuros relacionados con este tema.

Capítulo 1 Antecedentes y estado de la cuestión

1.1 Antecedentes del problema

De manera general, la cadena de suministro en la industria automotriz incluye al proveedor de materia prima, la manufactura, la distribución, los puntos de venta y al cliente (Ljung, M., & Capadrutt, C. 2020). Por lo anterior, existe una gran cantidad de información que fluye a través del sistema y que se puede aprovechar para lograr mejoras. Los proveedores (Manello, A et. al, 2019), deben contar con habilidades técnicas, capacidad logística, fortalecimiento financiero, buena reputación y competencias administrativas, ya que son aspectos indispensables para mantener buenas relaciones con los armadores de equipo original (OEMs por sus siglas en inglés).

Una de las razones para buscar relaciones fuertes con los proveedores, es ayudar a los compradores a recibir y detectar señales o información con la que no están familiarizados, permitiendo mayor flexibilidad para ajustar sus productos o servicios a las alternativas de recursos externos y que ayudarán a las empresas a adaptarse a los constantes cambios en el mercado (Yang et al., 2019). Una estrategia orientada al cliente (Sharma et al., 2001), permite a las compañías enfocar sus recursos en aquellos clientes que le generan mayor rentabilidad; es por ello que una empresa tendrá una mayor rentabilidad si se mantiene a la vanguardia de las tendencias y cambios en el mercado y adapta sus productos a sus requerimientos, independientemente del medio que utilice, como lo son las buenas relaciones con sus proveedores.

La percepción de la relación con las armadoras, es entonces relevante tanto internamente por razones de rentabilidad, como externamente por razones de competencia y presencia en el mercado. Esto ha conducido a las armadoras de equipo original a medir qué tan buenas son sus relaciones con los proveedores a través de canales internos y externos usando encuestas de distintos tipos, normalmente categorizados según las diferentes áreas con las que los proveedores tienen contacto. En estas encuestas se asignan valores numéricos a cada área para resumir el resultado en una calificación final. Con este valor, que suele tener una escala numérica, se puede apreciar la satisfacción del proveedor con la armadora para

usar ese dato como un índice que expresa la relación con el proveedor (Andrea, D., Gifford, D. 2020)

En el caso analizado en este trabajo, que toma en cuenta las evaluaciones de un grupo que realiza compras específicas para la armadora automotriz, los resultados internos arrojan un valor promedio de 8.01/10, lo cual indica una considerable oportunidad de mejora. Existen también evaluadores externos que tienen sus propios métodos y analizan las relaciones entre estas entidades, y además publican los resultados en sus páginas. Estos datos también forman e influyen la percepción de la imagen de las empresas de equipo original.

1.2 Estado del arte

Una de las estrategias comerciales de las empresas a nivel mundial, es adaptar sus productos y servicios para satisfacer las necesidades locales e individuales de los clientes, al mismo tiempo que se desarrolla una relación fuerte con estos últimos, y se eleva el valor de la marca.

La creación de valor en los últimos años, tiene como elemento principal la innovación, tanto de productos como de procesos y no puede ser completada por un solo eslabón de la cadena de suministro (Shen et al., 2021):

- Innovación en los productos: mejora de diseños, calidad y aplicaciones en los productos
- Innovación en los procesos: nuevas formas de producción y entrega de productos

La cadena de suministro incluye las interacciones que se dan entre proveedores, fabricantes, distribuidores y clientes. La administración de la cadena de suministro es la integración de las actividades para procurar materiales y servicios, transformarlos en productos terminados y después entregarlos (Heizer et al., 2009). Así, el enfoque de este trabajo es la relación con los proveedores dentro de la cadena de suministro.

La administración de la cadena de suministro como disciplina, consiste en reconocer la naturaleza estratégica de las relaciones entre dos partes que hacen transacciones. Su

objetivo es integrar, el flujo de materiales y de información, de una forma eficiente a través de la cadena de suministro, para convertirla en un elemento competitivo de la organización (Li et al., 2006). En este sentido, la competitividad es uno de los objetivos principales de la correcta administración de la cadena.

Los trabajos de investigación sobre cadena de suministro (ref Shen et al., 2021, Wang et al., 2020), demuestran que las mejores prácticas de management tienen un impacto tanto directa como indirectamente en el desempeño de la organización, especialmente en estas cinco dimensiones:

- Relación estratégica con proveedores
- Nivel de información compartida
- Relación con clientes
- Calidad de la relación con el cliente y
- Reducción de costos de investigación y desarrollo

La figura 1 fue tomada de la investigación de Li et al. 2006 y describe gráficamente a, través de las flechas, la influencia entre las buenas prácticas de la cadena de suministro, el desempeño organizacional y las ventajas competitivas, se incluyen las nomenclaturas H1, H2 y H3 porque en su trabajo demostró estas relaciones a través de tres hipótesis, comprobando con datos la influencia directa entre los conceptos que se muestran en los cuadros. Sus resultados arrojan que a mejores niveles de manejo de cadena de suministro se pueden mejorar la ventaja competitiva para la empresa en costos, calidad, flexibilidad, entregas a tiempo y generación de valor.

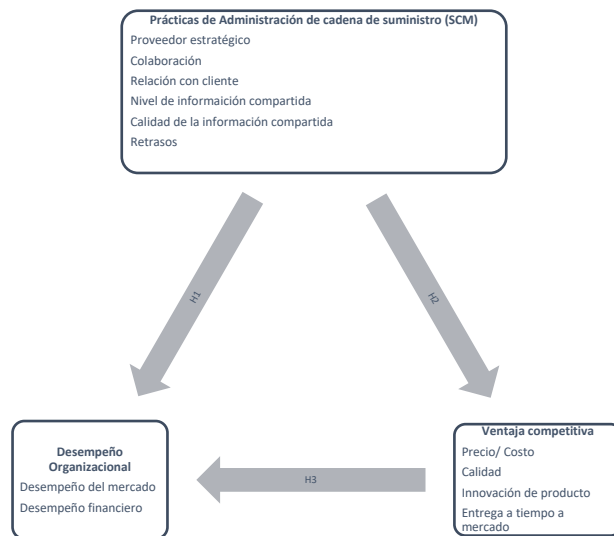


Figura 1. Relación entre cadena de suministro y ventajas competitivas en una empresa (Li et al. 2006)

Estos estudios indican la importancia de la relación estratégica con proveedores, que se define como una relación a largo plazo entre la organización y estas empresas, diseñada para balancear las capacidades estratégicas y operacionales individuales de los participantes. Los beneficios para ambas partes, incluyen una pronta integración en el diseño de los productos, ofrecer menores costos para el comprador, mejor selección de componentes y tecnologías, y un proceso de diseño más robusto (Li et al., 2006 / Du et al., 2021).

Si el análisis se enfoca en la relación entre los proveedores y los compradores, se deben considerar dos tipos de estrategias de interacción entre proveedores y clientes, que son (Caniëls et al., 2013):

- 1) Extensión de brazo, que se refiere a una relación puramente transaccional y
- 2) Cooperativa, que se refiere a aquella con una mayor integración en la relación

Otros autores (Karakadilar et al., 2012, Gules et al., 1997) han utilizado esta clasificación para evaluar el tipo de relación que tienen los proveedores de la industria automotriz en Turquía; su investigación incluyó encuestas a proveedores de la industria automotriz y analizó distintos factores, aunque sus conclusiones se limitan a describir la taxonomía de la relación y a comprobar la confianza que los proveedores tienen en las armadoras y en sus negocios de largo plazo, lo cual es un indicador de relación cooperativa.

Sin embargo, no detectaron algún tipo de indicador o proceso que permita mejorar la relación estratégica que sostienen.

Las conclusiones de este estudio permiten afirmar que, si bien existe un interés por describir y estudiar las relaciones, se puede expandir este tipo de análisis para considerar que los proveedores tienen perspectivas específicas por armadoras y que desde su perspectiva éstas también son evaluadas, sobre todo considerando la integración que existe en la industria automotriz.

Desde el punto de vista de la administración estratégica (Saaed et al., 2015), es evidente que las entidades externas también coadyuvan a crear valor en una compañía. En este sentido, se encuentran dos perspectivas de orientación para crear ventajas competitivas o para la creación de valor, que tienen que ver específicamente con el enfoque desde el cual se buscan recursos para el desarrollo de las estrategias. Existen las perspectivas de orientación desde dentro hacia afuera y desde afuera hacia dentro, siendo la primera relacionada a recursos internos y únicos que crean ventajas competitivas que se presentan al mercado y la segunda a los recursos que también se generan fuera de la compañía, al interactuar con entidades existentes en el mercado o ambiente externo a la empresa. Al ser los proveedores entes externos al entorno controlable de la armadora, se pueden identificar como parte de la visión desde afuera hacia dentro.

Estas perspectivas permiten apreciar que la relación con los proveedores, se puede ver, administrar y medir desde su punto de vista para entender si ellos tienen la misma percepción de la relación y con ello entender el grado de mejora que se necesita para eficientar e incrementar la creación de valor en toda la cadena.

Existen diferentes metodologías estudiadas para asegurar el control y la mejora continua en los resultados de los procesos de las empresas. Siendo la relación entre proveedores tan relevante, deberá ser sujeto de medición y contar con un proceso de evaluación como todos los procesos dentro de una compañía.

Cuando las relaciones con proveedores son fuertes, se facilita el intercambio de información y la disposición de los mismos a ser más flexibles al proveer productos y

servicios, lo cual coadyuva a la determinación de cómo la firma compradora podrá adaptarse y responder a los cambios del mercado; el intercambio de información se puede traducir en una visión más amplia del entorno y sus cambios a futuro, mejor entendimiento del conocimiento no hablado e incluso el camino hacia nuevas tecnologías (Yang, Z., et. al 2019). De ahí la importancia de entender muy a fondo la perspectiva que estas empresas tienen de sus clientes (que en este caso son las armadoras).

La orientación desde afuera hacia adentro es indispensable en los procesos de innovación, y se observa de forma constante en industrias de alta tecnología (Saaed et al., 2015). En los últimos años, también la industria automotriz se ha convertido en un sector dependiente de la innovación en vehículos más eficientes y que usen fuentes de energía alternas.

Por lo anterior, los proveedores, como elemento ascendente en la cadena de suministro, y recursos externos de las compañías, también tienen un rol muy importante en la capacidad de la empresa para adaptarse a los cambios del mercado, a través del concepto de capacidades dinámicas que describe comportamientos que tienen las empresas para construir ventajas competitivas (El Baz et al., 2021). Ya que es muy importante convertir la retroalimentación de los clientes en conocimiento explícito y codificado (Birch-Jensen, et. al, 2020), se entiende que también es crítico convertir la retroalimentación de los proveedores, en conocimiento explícito y codificado. En este contexto, este trabajo resalta la importancia y el área de oportunidad al implementar una metodología que analice la retroalimentación para evaluar el estado actual de la relación entre compradores y proveedores, pero sobre todo identificar dentro de las respuestas de los proveedores, el área que tiene mayores oportunidades de mejora, datos que permitan entenderlas para poder enfocar en ellas mayores esfuerzos, y mejorar el proceso en su conjunto.

El uso de índices de desempeño es una práctica común para medir resultados e identificar diferentes niveles de desempeño tanto dentro como fuera de una compañía (Chen K.S. et, al 2018).

Estampe D. Lamouri (2013) desarrolló diferentes modelos de evaluación de la cadena de suministro, agrupándolos en función de la relación con indicadores o métricos tomando

también en cuenta si incluyen una perspectiva desde fuera o dentro de la compañía. En la tabla 1 las columnas muestran la categoría en que han sido asignados cada uno de los modelos.

Tabla 1. Agrupación de métodos de evaluación de la cadena de suministro de acuerdo a la integración de parámetros desde dentro o fuera del control de una compañía.

Indicadores internos enfocados en mejores prácticas	Indicadores externos	Evaluación de proveedores	Administración de cadena de suministro
ABC: Costeo basado en actividades	SCOR: Modelo de referencia de la operación de cadena de suministro	WCL: Modelo logístico clase mundial	ECR: Respuesta eficiente al cliente
FLR: Marco para investigación logística	GSCF: Marco global cadena de suministro	AFNOR FD X50-605	EFQM: Modelo de excelencia
BSC: Tablero de control	Auditoría ASLOG	SCM SME	
APICS: Asociación para administración de operaciones	SASC: Auditoría estratégica de cadena de suministro		
SPM: Modelo de ganancias estratégico	Global EVALOG (MMOG/LE)		
	SCALE : Evaluación de nivel de la cadena de suministro		

Ya que la relación entre proveedores es sólo un elemento en la administración de la cadena de suministro, se considera más apropiado utilizar las herramientas de mejora continua.

Las herramientas para implementar la mejora continua en los procesos (Rashid, O. A., 2013), tienen objetivos diferentes y para propósitos de este documento se clasifican de acuerdo a dos enfoques principales:

- 1) Buscar eficiencias en los mismos procesos:
 - a. Modelo genérico PBI
 - b. *Lean*

- c. *PDCA*,
 - d. Metodología SUPER
- 2) Buscar la mejora en la calidad del mismo, es decir que minimice los errores o resultados no deseados.
- a. *Total Quality Management*

Ya que se tiene como objetivo mejorar el resultado obtenido por la armadora, y no tanto el proceso de evaluación en sí, se propone el uso de las herramientas de Administración de la Calidad Total (TQM), que suelen incluir siete distintas (Heizer et al., 2009):

- 1) Mejora continua
- 2) *Six- sigma*
- 3) Delegación de autoridad a los empleados
- 4) *Benchmarking*
- 5) Entregas justo a tiempo
- 6) Conceptos de Taguchi
- 7) Conocimiento de las herramientas de TQM

La herramienta *six- sigma* que es una de las más usadas en la industria automotriz (Eloff, P., 2019) sirve para buscar y eliminar las causas de los defectos en los procesos de negocios, enfocándose en aquellos resultados que son de mayor importancia para los clientes (Antony & Banuelas, 2002). Se propone utilizar esta metodología, considerando que los resultados de las evaluaciones son los más valorados e influenciados por una serie de variables que tienen que ver con la interacción entre las compañías, y que de ser categorizadas, permitirán entender mejor la relación entre proveedores y armadoras, desde la perspectiva del proveedor.

Uno de los elementos clave de la herramienta *six- sigma* es el enfoque paso a paso para la mejora: definir, medir, analizar, mejorar y controlar que se conoce como metodología DMAIC por sus siglas en inglés (Marzagao et al., 2016). Dentro de estos pasos, la metodología utiliza herramientas matemáticas y de calidad (Mitra, A. 2020) y requiere datos confiables en cada paso, y por ello ha incorporado el uso de herramientas estadísticas dentro

de la estructura de la metodología de acuerdo a como sean necesarias (Palací-López et al., 2020).

La metodología *six- sigma* se enfoca en modelos causales, en los cuales las características de un proceso crítico para la calidad, se identifican como efectos causados por otros factores (De Mast et al., 2012). Tomando en cuenta que existen diferentes factores que determinan la calificación de una armadora y que estos factores son medibles, se utilizará una herramienta que permita correlacionarlos para identificar si alguna de ellas puede considerarse causal de las evaluaciones obtenidas de los proveedores.

Considerando que una ecuación de regresión sirve para estimar una variable dependiente a partir de una o más variables relacionadas (Spiegel et.al, 2001), se utiliza en este análisis esta herramienta para estimar el valor de la calificación siendo esta la variable dependiente.

Correlación y regresión

Si todos los valores de las variables generan una ecuación de forma exacta, se dice que las variables están perfectamente correlacionadas. Cuando sólo están involucradas dos variables, se habla de una correlación simple y regresión simple. Si fueran dos o mas variables se trataría de correlación múltiple y regresión múltiple o multivariable (Spiegel et.al, 2001).

Ajustar una curva de regresión consiste en encontrar una ecuación cuya gráfica se adapte lo más posible a la distribución de los datos comparados en una gráfica de dispersión, de forma que proporcione una cierta relación entre las variables con el fin de que, conocido el valor de una de dichas variables se obtenga un valor aproximado de la otra. Dependiendo la ecuación, será la regresión, por ejemplo si la ecuación es una parábola, será una regresión parabólica, si es una función exponencial, será una regresión exponencial, si la ecuación es una recta, será una regresión lineal (Sabadías A.V., 1995).

Correlación y regresión lineal

Si X y Y son las dos variables involucradas, y en un diagrama de dispersión los puntos parecen formar una recta, entonces la correlación se denomina lineal. Se puede estimar el valor de una variable Y a partir de una curva de mínimos cuadrados que se ajuste a los datos muestrales. La curva resultante se llama curva de regresión de Y sobre X ya que Y se estima a partir de X. Es un proceso experimental en el que intervienen dos variables, una variable dependiente Y que no es controlada por el experimento y que depende de otra variable X que si es controlada por el experimento (Sabadias A.V., 1995).

Correlación y regresión múltiple o multivariable

Se le llama al grado de relación que existe entre tres o más variables. En general los modelos que tienen más de una variable independiente se llaman modelos de regresión múltiple o multivariable (Sen. Et. al, 1997)

Así, los métodos del análisis multivariable, ayudan a describir, explorar e interpretar datos, considerando que las variables son atributos de la misma unidad de análisis y suelen estar correlacionadas. Además, este análisis provee herramientas para entender la dependencia entre las variables medidas simultáneamente, sobre la misma unidad (Balzarini et al., 2015). Dado que la calificación toma en cuenta diversos factores de las evaluaciones y características de los mismos proveedores, se ha identificado que la regresión multivariable es la herramienta estadística adecuada para avanzar sobre el método *six- sigma*.

Además, el uso de la metodología *six- sigma* se sugiere porque al hacer una revisión de otros métodos para estudiar la relación entre compradores y vendedores, no se encuentra alguno que permita identificar cuál es el elemento más influyente e importante en cuanto a valuación de la relación.

Lee et al., (2009), proponen la evaluación de los diferentes tipos de relaciones entre el comprador y un solo proveedor. En su investigación concluyen que las relaciones que se tienen con los proveedores no sólo traen oportunidades a los compradores, sino también costos y riesgos que los compradores deben tomar en cuenta al seleccionar dar un negocio a un proveedor y por ende tener cierto tipo de relación con él.

En la investigación de Okamuro, H. (2001) sobre la industria automotriz de Japón, el enfoque se centra en el riesgo que se comparte en la relación con proveedores. Se prueba si la estabilidad relativa de las ganancias está significativamente influenciada por la intensidad de la relación, ya que asume que los clientes absorberán riesgos del proveedor cuanto más cercana sea la relación con él.

En sus conclusiones indica que el cliente absorbe el riesgo de forma selectiva con sus proveedores y acepta que las armadoras de autos seleccionan a los mejores proveedores continuamente, para así dar estabilidad en los resultados de aquellas compañías seleccionadas y con las cuales tienen mejores relaciones.

En una investigación de 2021, se plantea que la satisfacción de los proveedores en una relación, está influenciada por el poder del comprador: El trabajo detectó que el poder coercitivo del comprador, el conflicto y el estatus, tienen un gran impacto en la satisfacción del proveedor. En el desarrollo de esta investigación se reconoce que el poder coercitivo del comprador es una influencia indirecta en el estatus del comprador y que esto último influye significativamente en la satisfacción de los proveedores y en la reducción de conflictos en las relaciones (Vos et al., 2021).

Otra investigación de 2020 integra la “justicia distributiva” que es definida como la percepción subjetiva de los resultados o ganancias recibidos y que es fundamental para desarrollar relaciones a largo plazo entre compradores y proveedores (Xuan et al.,2020)

Jokela et al., 2017 analizó cualitativamente las expectativas de proveedores y compradores en una industria tecnológica en Finlandia. Se detectaron dos elementos que influyen en la percepción de ambos, “la justicia” y “el compromiso”, creando estos últimos un ciclo que puede resultar positivo o negativo, y que influye en una buena o mala relación. En sus conclusiones, explican algunos puntos clave dentro de estos elementos: el proveedor busca la justicia y el compromiso, aunque no se es fácil categorizarlas ni encontrar datos que permitan entender cómo mejorar específicamente estos elementos y por ende la relación.

Estas investigaciones han sentado precedentes para ampliar el conocimiento del tema y esta es la intención del presente trabajo: aportar una propuesta que integre conocimientos

teóricos con datos duros de las evaluaciones y resulte en valores representativos de la relación entre proveedores y comprador en una armadora automotriz.

1.3 Planteamiento del problema

Tomando en cuenta la importancia de las relaciones entre clientes y proveedores, se plantea como tema principal del trabajo que existen oportunidades para investigar los elementos críticos en la relación entre proveedores desde su perspectiva, ya que para algunos de los elementos, como la justicia distributiva, cuentan con una investigación escasa (Xuan, P.A.N., 2020). Sólo a través de una mayor investigación, se puede entender qué es lo que valoran más en todo el proceso de relación con sus clientes. En términos cuantitativos, tomando sus expectativas como información principal, la satisfacción del proveedor está definida como “cumplir o exceder las expectativas del proveedor en la relación con un comprador” (Voss, F.G.S., 2021).

Actualmente las evaluaciones de la armadora son tanto internas como externas, es decir, las primeras son generadas y controladas por la misma armadora y las segundas son realizadas y controladas por una consultora externa. Estas evaluaciones suelen ser encuestas con una serie de preguntas que se envían a los proveedores para que ellos respondan con una calificación numérica en cada pregunta, se hacen de forma anual y es por ello que existe información suficiente para analizar la relación con los proveedores a lo largo del tiempo (fig 2).

La relevancia actual de estas encuestas se debe a que las evaluaciones generan un indicador que se usa de forma comparativa para identificar diferencias en la forma de relacionarse entre armadoras y proveedores de la industria; y este indicador es internacionalmente conocido para reconocer a aquellas armadoras con mayor puntaje y por otro lado para demostrar que existen oportunidades de mejora en aquéllas que no han obtenido el mayor puntaje. Al estar dentro de este grupo, las armadoras se enfrentan a un problema que tienen que atacar identificando qué es lo que pueden mejorar desde la perspectiva de sus proveedores.

La información generada por las encuestas, aunada a los datos relativos a las veces que se han cobrado garantías¹, el valor de compra que existe con ese proveedor, los problemas de calidad, así como datos característicos (tamaño de proveedor por sus ventas y cantidad de empleados) permite obtener suficientes datos para analizar y evaluar las relaciones. Sin embargo, no existe una metodología que permita conjuntarlos para detectar las variables que específicamente se pueden mejorar para generar estrategias y objetivos que mejoren la relación con los proveedores de forma continua.

Ya que las empresas reconocen la importancia y tienen datos que les permiten entender la situación de cada proveedor, se hace todavía más importante la implementación de una metodología de análisis de información que incluya a las investigaciones más recientes como parte del proceso.

1.4 Hipótesis

Dado que las encuestas se reciben una vez al año, se considera que, de conocer las variables que estadísticamente influyen más en el resultado, se podrán enfocar los recursos para la mejora de las áreas de una forma estratégica, y mostrar una mejora en la siguiente encuesta. Con estos resultados se puedan asegurar los beneficios de una buena relación y la metodología asegura así la mejora continua con el objetivo final de eficientar la relación entre proveedores y armadora, buscando la mejora interna y también el reconocimiento de evaluadores externos para mejorar el posicionamiento de la marca.

En el presente documento se analizará la información contenida en la evaluación de rendimiento que entregaron los proveedores en 2020 a una armadora, así como los datos característicos en relación a la investigación de Jokela et al., 2017 y de Yang et al., 2019 para detectar el área de mejora clave en la relación, identificando la variable que tenga mayor influencia estadística en el resultado. Se busca hacer una recomendación de dónde enfocarse en el proceso relacionado, con el objetivo de incrementar la calificación de la armadora en los siguientes reportes de evaluación.

¹ Se refiere al monto que un proveedor gasta al hacer frente a su responsabilidad en un problema relacionado con garantías.

Se presume que el intercambio de información genera relaciones fuertes con proveedores, de acuerdo a lo que dice Yang y que la justicia y el compromiso influyen en la relación entre proveedores y compradores tal como indica Jokela por eso se busca demostrar que existen valores numéricos que cuantifican estas variables cualitativas y demuestran la relación entre ellas en la generación de una buena relación armadora-proveedores.

Tomando en cuenta lo anterior se generaron las siguientes hipótesis:

Hipótesis 1:

Identificar las variables estadísticamente relevantes en la relación entre armadora y proveedores, a través del análisis de las evaluaciones, permitirá generar estrategias para mejorar dichos procesos, la relación entre armadora y proveedor y también la calificación asignada a la armadora.

Hipótesis nula:

La identificación de variables estadísticamente relevantes en la relación entre armadora y proveedores, a través del análisis de las evaluaciones, no impacta en las estrategias para mejorar dichos procesos.

Otras hipótesis importantes son:

- **Hipótesis 2:** El intercambio de información se logra si existe compromiso entre las partes que permita resolver problemas, coadyuvando así a una buena relación entre proveedores y armadora.
- **Hipótesis 3:** La justicia sólo es percibida si se reconoce que existe un compromiso por parte de la armadora y proveedores para resolver problemas, coadyuvando a la buena relación entre armadora y proveedores.
- **Hipótesis 4:** La sensación de justicia, promueve el intercambio de información y con ello promueve una mejor relación entre proveedores y armadora.

La figura 2 representa la relación entre las variables y las hipótesis de una forma gráfica.

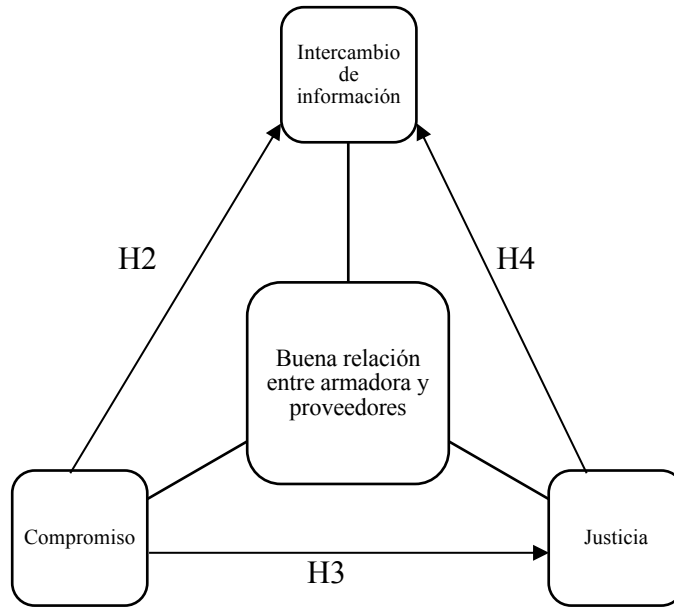


Figura 2. Representación de H2, H3 y H4

Estas hipótesis se probarán al analizar los datos de las evaluaciones para categorizarlos de acuerdo a las investigaciones presentadas en el estado del arte. Además se analizará estadísticamente la relación entre los datos interpretados como variables clave en la relación, para identificar cuáles tienen mayor influencia en el resultado y por ende cuáles necesitarán mejoras en las estrategias.

Una vez que se han identificado, se tendrán que definir los valores sugeridos para que en el modelo se pueda obtener un resultado deseado, es decir mejorar la calificación asignada.

1.5 Objetivo General

Alineado a la intención de utilizar la información actual para identificar áreas de mejora y también para poder identificar valores deseados para lograr una mejor calificación por proveedores y por ende a la armadora, a través de un método mundialmente conocido que se enfoca en mejorar la calidad de los resultados, se identifica como objetivo general: describir una metodología de mejora continua utilizando la herramienta *six-sigma* para identificar los elementos clave en la relación con proveedores y proponer estrategias en las

áreas respectivas, con el fin de mejorar un 10% la calificación atribuida a la armadora y mejorar así la relación entre proveedores y armadora.

Se consideran, adicionalmente, tres objetivos específicos en esta investigación, que se describen a continuación.

1.6 Objetivos específicos

Con el objetivo de hacer un análisis relevante de la información y de estructurar el modelo de mejora de modo que permita obtener mejores calificaciones de los proveedores, se presentan como objetivos específicos:

1. Detectar en las encuestas ya realizadas, las áreas de mejora y los rubros con mayores defectos, especialmente en categorías como “Intercambio de información”, “compromiso” y “justicia”.
2. Identificar las variables que influyen en las evaluaciones actuales y también los valores recomendados para las áreas de mejora identificadas en el primer objetivo, para conocer la diferencia entre ellos y conocer así el porcentaje de mejora necesaria para incrementar la calificación de la armadora.
3. Demostrar estadísticamente que alcanzar los valores deseados en las variables clave identificadas como problemáticas, resultarán en una mejora del 10% en la calificación de la armadora, para confirmar la efectividad del modelo.

1.7 Descripción de la propuesta

La propuesta de este documento se enfoca en desarrollar una metodología que concentre las observaciones de los datos cualitativos, con los datos actuales de la evaluación de los proveedores, así como datos de la actividad y operación de los proveedores dentro de la compañía, para así demostrar e identificar las variables que influyen en la percepción de la relación con el proveedor.

La metodología se desarrolló implementando las cinco etapas que propone *six-sigma*, y que son críticas para una implementación exitosa: Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control (DMAIC) (Marzagão et al., 2016).

Como la información proviene de entidades externas a la compañía, esta metodología es relevante al integrarse como una herramienta para la perspectiva estratégica de valor “desde afuera hacia adentro”, ya que, al implementar una metodología consistente, se puede obtener información relevante para entender perspectivas externas a las manufactureras de equipo original.

Otro aporte de este trabajo es conjuntar las investigaciones que han descubierto variables cualitativas como claves en las relaciones, con datos que permitan implementar un análisis cuantitativo al respecto, identificando una propuesta de datos a utilizar para otras aplicaciones.

Adicionalmente, a través de estos datos, se define la relación estadística entre las variables cualitativas y el objetivo de aceptar o rechazar su uso. El método incluye el análisis de la información a través de la herramienta estadística de regresión lineal multivariable, para corroborar la validez de la información.

1.8 Organización del documento

Este documento consta de cuatro capítulos. En el capítulo uno se presentan los antecedentes del problema, y se explica cuál es la motivación principal para la investigación y la necesidad de aplicar una metodología para mejorar la situación actual de una o varias armadoras. Después se presenta en el estado del arte, la importancia de la cadena de suministro, así como la relación con los proveedores de acuerdo con diversos autores; se introduce el concepto “desde afuera hacia adentro” así como las herramientas control y de mejora continua aplicables a este problema.

La siguiente parte del trabajo describe el planteamiento del problema, la hipótesis y los objetivos que pretende esta investigación.

El segundo capítulo describe la metodología de la propuesta, primero en general, luego los indicadores que se utilizarán para medir los resultados y al final se desarrollan todos los pasos en la aplicación de la metodología y los resultados obtenidos.

Después de la metodología completa y aplicada, en el tercer capítulo, se presenta la interpretación de los resultados obtenidos y se compara con las hipótesis planteadas, para demostrar que la propuesta funciona para resolver el problema. Con ello se realizan recomendaciones de estrategias y se analizan los beneficios de su aplicación en cualquier armadora. También se explican las limitaciones encontradas en el desarrollo de este trabajo.

En el cuarto y último capítulo se presentan las conclusiones de la investigación y se proponen sugerencias para trabajos futuros relacionados con este tema.

Capítulo 2 Metodología

La propuesta para la mejora de la relación entre proveedores y armadora, se describe en las cinco fases del *six- sigma*, que son:

Fase 1. Definir el área de enfoque

Fase 2. Medir las variables disponibles

Fase 3. Analizar la información

Fase 4. Mejora

Fase 5. Control

2.1 Fase 1 *six- sigma*: Definir el área de enfoque

En la primera fase se planteó definir el área de enfoque, es decir identificar los datos y la información disponible, cuáles son los más relevantes y en cuáles dirigir la investigación. En este primer paso se busca entender los problemas en la relación y determinar las expectativas de los proveedores, para así encaminar los esfuerzos al objetivo adecuado.

Para entender los problemas y expectativas de los proveedores, se investigó desde la cadena de suministro, llegando hasta la relación entre compradores y vendedores. También se integró la información de las encuestas existentes en la empresa, que proporcionaron datos para ser analizados con una gráfica de Pareto y definir áreas de enfoque.

Una vez que se recopiló suficiente información suficiente, se plantearon las hipótesis y los objetivos, teniendo una idea más clara del rumbo de la investigación.

2.2 Fase 2 *six- sigma*: Medir las variables disponibles

Para la segunda fase, se ordenaron los datos existentes, tanto de las investigaciones previas como de las catorce encuestas aplicadas a los proveedores. Las respuestas de los proveedores y las categorías que otros autores han identificado como importantes para las relaciones, se compararon y se conjuntaron para alimentar el análisis cuantitativo de variables dependientes e independientes que sólo existían de forma cualitativa en otras investigaciones.

También se identificaron claramente las características de los proveedores, para entender mejor sus respuestas e identificar variables independientes que ayuden a entender el comportamiento de las variables dependientes en el análisis estadístico; la variable dependiente se planteó a través de las evaluaciones de las encuestas que además dieron a conocer el desempeño actual de la armadora, identificando así un parámetro que sirvió para comparar los resultados finales de la propuesta.

Después de ordenar los datos de las variables, se utilizó la herramienta Minitab® para encontrar la relación entre todas ellas. Se alimentó la información en forma de tabla en el área correspondiente y se seleccionó la herramienta “Fit Regression Model” desde el menú “Stat”. En el cuadro se ingresó como variable dependiente el valor de “Calificación” y como variables independientes los valores de “Ventas”, “Empleados”, “Valor del negocio”, “Reclamos garantías” y “Problemas de calidad” y se pidieron las tablas y gráficos de residuos (Tabla 2).

Tabla 2: Datos de variables para análisis de modelo de regresión

Proveedor	Calificación	Ventas	Empleados	Valor del negocio	Reclamos garantías	Problemas de calidad
Proveedor 1	6.53	1159	40000	400	0	58
Proveedor 2	7.56	2300	9000	400	0	40
Proveedor 3	8.26	478	1954	200	16	0
Proveedor 4	8.09	782	2000	600	6	70
Proveedor 5	8.04	8900	25000	1000	8	52
Proveedor 6	9.43	0	0	200	0	0
Proveedor 7	7.83	0	6000	400	10	0
Proveedor 8	8.35	0	0	600	6	4
Proveedor 9	8.47	1970	9000	600	2	44
Proveedor 10	8.14	32600	150000	3000	18	98
Proveedor 11	6.2	1071	0	1200	2	60
Proveedor 12	9.57	486	2000	400	0	8
Proveedor 13	7.85	705	1700	200	10	12
Proveedor 14	7.65	307	650	200	10	12
Empresa	7.99785714					

Con estos datos se obtuvieron indicadores estadísticos de significancia, correlación entre las variables y se identificaron a las más importantes con relación a los resultados.

2.3 Fase 3 *six-sigma*: Analizar la medición de las fallas

Las tablas y gráficas resultado del análisis de los datos en el software, se interpretaron para identificar las variables dependientes que estadísticamente influyen en la calificación de la empresa.

Las tablas que se utilizaron fueron las siguientes:

- El resumen del modelo: sirvió para comprobar la relación entre las variables.
- La ecuación de regresión y tabla de coeficientes: se identificaron cuáles variables afectan positiva o negativamente a la calificación. También se utilizó para calcular el valor esperado al final de la investigación contra el valor actual de la calificación.
- La tabla de análisis de varianza: se utilizó para comprobar la validez del modelo matemático, así como para identificar la variable independiente que más afecta la calificación o variable dependiente.
- Tabla de ajustes y gráficas de residuos: se utilizaron para comprobar la distribución de los datos e identificar los ajustes en los datos desde el sistema.

Adicional a las ecuaciones, tablas y gráficas que se generaron en el software Minitab, se utilizaron las gráficas de dispersión y de Pearson para complementar el análisis de la correlación entre las variables.

2.4 Fase 4 *six-sigma*: Mejora

Con la ecuación de regresión y tabla de coeficientes en la fase de mejora, se analizaron las variables que afectan de forma directa y aquéllas que afectan inversamente a la variable dependiente que es la calificación final. Ya que sólo hay una que afecta directamente, se planteó una estrategia para incrementar esta variable.

Se describió la estrategia y se estableció que una vez que el valor de ésta incrementa, la calificación de la armadora incrementará de acuerdo con la ecuación de regresión que se analizó en la fase 2.

De acuerdo con esta metodología, en esta fase se pueden plantear estrategias que se enfoquen en el proceso o variable que más afecta la calificación, y sólo mejorando este estado, se incrementará el resultado final.

2.5 Fase 5 *six-sigma*: Control

En la fase de control, se reemplazaron los valores de la variable seleccionada, que en este caso fue “valor de negocio” y se hicieron varios ejercicios para entender el comportamiento de esta variable en comparación con la calificación final.

Primero se incrementó el valor de esta variable un 1% para entender proporcionalmente qué tanto mejoraba la calificación y con ello estimar qué tanto era necesario incrementarla para llegar al objetivo de esta investigación que es un 10%.

Al actualizar 1% los “valores del negocio” de los proveedores y reemplazar estos datos en la ecuación de regresión, se obtuvo un nuevo valor en la calificación de la armadora, por proveedor, la cual se promedió una vez más para obtener un nuevo valor general de la calificación de la armadora, el cual fue comparado con el original para tener un porcentaje de mejora de referencia que permitió ejecutar el siguiente paso: incrementar al 10% la misma variable.

Al incrementarla 10%, se demostró que la calificación general incrementaba, en porcentaje, más que diez veces el valor que surgió de incrementarla en 1% y además se identificó que el porcentaje de mejora era diferente por proveedor comparado con la calificación promedio.

Este hallazgo permitió complementar la estrategia que sólo contemplaba incrementar el “valor del negocio” a todos los proveedores, con la reducción de la base de proveedores.

Esta actualización coadyuvó a llegar al 10% de incremento en la calificación de la armadora, que es el objetivo de esta investigación.

En la figura 3 se muestra un diagrama de la metodología descrita anteriormente.

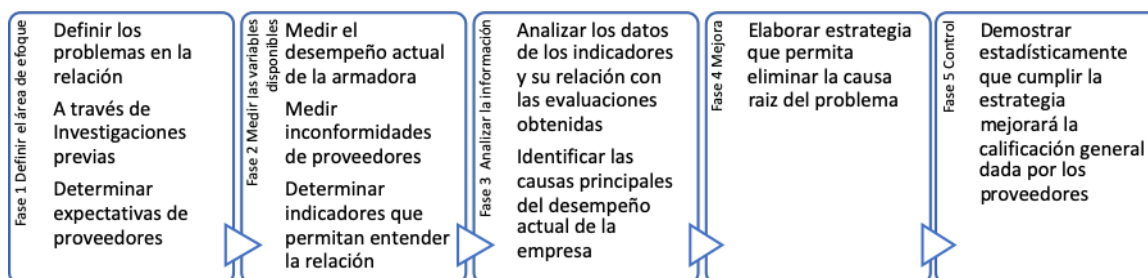


Figura 3. Modelo DMAIC aplicado a la mejora de la relación entre proveedores y armadora

2.6 Indicadores utilizados para evaluar la propuesta

Las evaluaciones que hacen los proveedores se registran en un cuestionario de veintitrés preguntas las cuales hacen referencia a procesos específicos y actividades que hace la armadora, tales como qué tanto ayuda la armadora a que cumplan ciertos objetivos, las preguntas no se han incluido por motivos de confidencialidad. Cada una tiene un rango de 1 a 10 para calificarlas.

Para este estudio, las respuestas se promediaron y con ello se obtuvo una calificación por proveedor. También se hizo otro promedio para obtener una calificación general de la armadora, siendo este el punto de partida para la comparación con el resultado final.

Las calificaciones por proveedor, se consideran como variables dependientes, de una serie de variables independientes de acuerdo a las características de cada uno de ellos. En este estudio se presentan las siguientes:

- Tamaño de la empresa por sus ventas anuales (expresada en millones de dólares)
- Cantidad de empleados globales

- Valor de venta anual del año previo con la compañía (valor del negocio en millones de dólares)
- Cantidad de ocasiones que incurrieron en un problema de garantía en el año anterior
- Cantidad de problemas de calidad registrados el año anterior

Después del análisis de los datos y la estrategia propuesta, la forma de evaluar la mejora del 10% alineada al objetivo de esta investigación, fue al reemplazar los valores correspondientes a “valores del negocio” en la ecuación de regresión, para calcular los valores esperados de la calificación por proveedor y después generar un nuevo promedio entre ellos.

El valor del nuevo promedio es 10% más alto comparado con el promedio original, lo que comprueba que la estrategia funciona y también que se cumple el objetivo de este trabajo.

Capítulo 3. Resultados obtenidos

3.1 Fase 1 *six-sigma*: Definir el área de enfoque

En esta fase se identificaron los problemas que influyen en los resultados bajos de las encuestas. Ya que las relaciones fuertes facilitan el intercambio de información y la disposición de ser más flexibles, y que la percepción de justicia y confianza son claves para mejorar la relación entre compañías Joshi et al., (2018) y Jokela et al., (2017), las categorías de las preguntas son importantes para entender en qué ocasiones faltan estos componentes.

Las encuestas de los proveedores constan de 23 preguntas agrupadas en 4 categorías (fig 5) que son:

- Costo total del negocio
- Comunicación y transparencia
- Innovación e ingeniería
- Seguridad

Pregunta	Categoría
P1	Costo total del negocio
P2	Innovación e ingeniería
P3	Comunicación y transparencia
P4	Innovación e ingeniería
P5	Costo total del negocio
P6	Costo total del negocio
P7	Comunicación y transparencia
P8	Comunicación y transparencia
P9	Comunicación y transparencia
P10	Comunicación y transparencia
P11	Comunicación y transparencia
P12	Innovación e ingeniería
P13	Costo total del negocio
P14	Comunicación y transparencia
P15	Innovación e ingeniería
P16	Innovación e ingeniería
P17	Costo total del negocio
P18	Innovación e ingeniería
P19	Innovación e ingeniería
P20	Seguridad
P21	Seguridad
P22	Seguridad
P23	Seguridad

Figura 4 Categorías de las preguntas en la encuesta a proveedores

El primer filtro para definir los problemas en la relación y encontrar las expectativas de los proveedores, consideró los resultados actuales de las encuestas. En la tabla 3, se muestran los resultados de las preguntas, agrupados por mayor cantidad de respuestas con valor de “3” y “4”. Se eligió este valor porque el 1 es el más bajo y 10 el más alto y los

resultados “1-2” sólo constituyen 3 respuestas. También se resalta que las evaluaciones 5 y 6 son desalentadas al considerarse poco relevantes (no permiten analizar tendencias).

Los resultados se presentan en la tabla 3 que además muestra el porcentaje acumulado, para graficar un Pareto que muestre las preguntas peor evaluadas. En la figura 5 se identifican cinco preguntas clave que cubren el 48% de las inconformidades de los proveedores, las cuales también se presentan en la tabla 4.

Tabla 3. Cantidad de respuestas de los proveedores de acuerdo a la calificación y ordenadas por mayor cantidad en evaluación "3-4"

Calificación / No. De Pregunta	9-10	7-8	3-4	1-2	Sin respuesta	Total respuestas	Porcentaje respuestas en 3 y 4	Porcentaje acumulado de respuestas en 3 y 4
P5	1	8	5	0	0	14	12%	12%
P3	0	10	4	0	0	14	9%	21%
P19	2	7	4	0	1	14	9%	30%
P22	3	7	4	0	0	14	9%	39%
P6	1	7	4	0	2	14	9%	48%
P10	3	8	3	0	0	14	7%	55%
P14	3	6	3	0	2	14	7%	62%
P4	4	5	2	0	3	14	4%	66%
P7	3	9	2	0	0	14	4%	71%
P8	5	7	2	0	0	14	4%	75%
P11	2	10	2	0	0	14	4%	80%
P13	3	6	2	0	3	14	4%	84%
P1	1	12	1	0	0	14	2%	87%
P15	2	9	1	0	2	14	2%	89%
P16	4	8	1	1	0	14	2%	91%
P17	2	6	1	1	4	14	2%	93%
P18	2	10	1	1	0	14	2%	96%
P21	8	5	1	0	0	14	2%	98%
P23	10	3	1	0	0	14	2%	100%
P2	3	10	0	0	1	14	0%	100%
P9	8	6	0	0	0	14	0%	100%
P12	5	7	0	0	2	14	0%	100%
P20	12	2	0	0	0	14	0%	100%
Suma	88	171	45	3	22	329	100%	

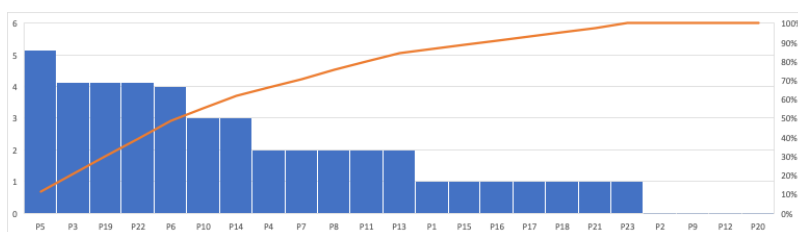


Figura 5. Gráfica de Pareto para análisis de resultados de evaluaciones

Tabla 4. Categoría de las 5 preguntas que representan el 50% de las inconformidades

Calificación / No. De Pregunta	Categoría	9-10	7-8	3-4	1-2	Sin respuesta	Total respuestas	Porcentaje respuestas en 3 y 4	Porcentaje acumulado de respuestas en 3 y 4
P5	Cantidad de negocio	1	8	5	0	0	14	12%	12%
P3	Soluciones a problemas	0	10	4	0	0	14	9%	21%
P19	Implementación de cambios de	2	7	4	0	1	14	9%	30%
P22	Calidad	3	7	4	0	0	14	9%	39%
P6	Garantías	1	7	4	0	2	14	9%	48%

Con los resultados de las encuestas, las cuales incluyen una evaluación numérica de la relación entre diferentes procesos, y con la información presentada en el marco teórico, se confirma que las expectativas de los proveedores están dadas por las relaciones fuertes, el intercambio de información, la justicia y el compromiso; estos elementos están representados por las preguntas y respuestas en las encuestas, que para los propósitos de esta investigación se utilizan como se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Conceptos relevantes según teoría y según resultado de encuestas

Autor	Concepto teórico	Encuestas	Interpretación
Yang, Z. 2019	Relaciones fuertes	Implementación de cambios de ingeniería	Tener relaciones fuertes mejora la implementación de los cambios de diseño (ingeniería) que propicia una mejor relación
Yang, Z. 2019	Intercambio de información	Cantidad de negocio	El intercambio de información es mayor a mayor cantidad de negocio
Jokela, P., & Söderman A. 2017	Justicia	Garantías	La empresa debe considerar equitativamente la cantidad de garantías adjudicadas al proveedor
Jokela, P., & Söderman A. 2017	Compromiso	Soluciones a problemas Calidad	Los proveedores consideran importante resolver problemas tanto comerciales como de calidad con una perspectiva de compromiso por parte de la empresa

Los conceptos de la tabla 5 definen los problemas de la relación que actualmente se tienen en la empresa:

1. La cantidad de negocio
2. La implementación de cambios de ingeniería
3. El modelo actual de manejo de garantías
4. El manejo de soluciones a problemas

Los cuatro deben medirse para determinar las mejores estrategias que se deben implementar en la armadora y alcanzar mejores resultados en las evaluaciones de los proveedores.

3.2 Fase 2 *six-sigma*: Medir las variables disponibles

Las encuestas realizadas por la armadora se entregan a proveedores con los cuales se tiene mayor cantidad de negocio, es decir, no todos los proveedores de la armadora tienen acceso a la encuesta y además no todos la contestan. Además se debe resaltar que los resultados son solamente de proveedores que transforman acero en específico (excluyendo proveedores que manejan otros materiales como plástico, aluminio, textiles) y es importante conocer las características de los proveedores que sí contestaron. En este caso se analiza la información que presentaron catorce proveedores.

La información disponible sobre las características de los proveedores que han contestado es:

- Tamaño de la empresa por sus ventas anuales (expresada en millones de dólares)
- Cantidad de empleados globales
- Valor de venta anual del año previo con la compañía (valor del negocio en millones de dólares)
- Cantidad de ocasiones que incurrieron en un problema de garantía en el año anterior
- Cantidad de problemas de calidad registrados el año anterior

Las variables tamaño de la empresa por sus ventas anuales y cantidad de empleados globales, se entienden como fuera del alcance de la armadora, pero se usan con la intención de identificar las circunstancias en las que se encuentran los proveedores actualmente. A continuación, se presenta la definición de cada variable para esta investigación.

3.2.1 Tamaño de la empresa por sus ventas anuales

El tamaño de la empresa se muestra en monto de ventas globales en el año 2020 en millones de dólares. Se puede entender entonces que si el número es mayor, la empresa es más grande o tiene presencia en más países que otras que tengan menor cantidad de ventas.

La cantidad de ventas también sugiere que los proveedores tienen relación con más clientes cuando éstas son mayores. Otra característica de las empresas de mayores ventas es

que tendrán también mayor poder de negociación que aquéllas más pequeñas en ventas lo que cambia la perspectiva de la relación con sus clientes.

Un elemento adicional es el nivel de integración vertical que tienen las mayores contra las empresas de menor tamaño, lo que sugiere mayores recursos para enfrentar problemas naturales de la relación de negocio y del tamaño del mismo, como lo serían aquéllos de calidad y de garantías.

3.2.2 Empleados globales

Las empresas también se pueden medir en tamaño por el número de empleados e identificar la cantidad de recursos que tiene la empresa, que aunque puede relacionarse con ventas, se agrega para reforzar el tamaño que tienen en cuanto a recursos y detectar si existe una relación específica con este dato.

3.2.3 Valor de venta anual con la armadora

Las armadoras utilizan diferentes proveedores de una misma tecnología, de acuerdo a las características de cada pieza que requiera por vehículo. Es por ello que cada uno tiene un valor de negocio con la armadora de diferente tamaño medido en millones de dólares y esto puede ir cambiando de acuerdo a los nuevos negocios que se les asignen.

Los negocios que se les asignen a los proveedores, también dependen de los precios a los que ellos cotizan, lo cual es un elemento importante para tomar la decisión de asignarlos. Se puede decir que este valor es compartido, aunque la armadora siempre tendrá la palabra final para la decisión. A mayor valor se entiende que hay una dependencia mayor entre las partes ya que el proveedor es responsable de entregar una mayor cantidad de piezas que aquéllos con menor valor de venta con la armadora. La figura 6 describe gráficamente el proceso de selección de un proveedor en la armadora.

En el proceso de selección que sigue la armadora, el comprador no sabe qué proveedores ganarán el contrato antes de la licitación y los precios se negocian antes de que

se asigne el negocio. Este tipo de negociación se conoce como de elementos adversarios (Gules et al.,1997).

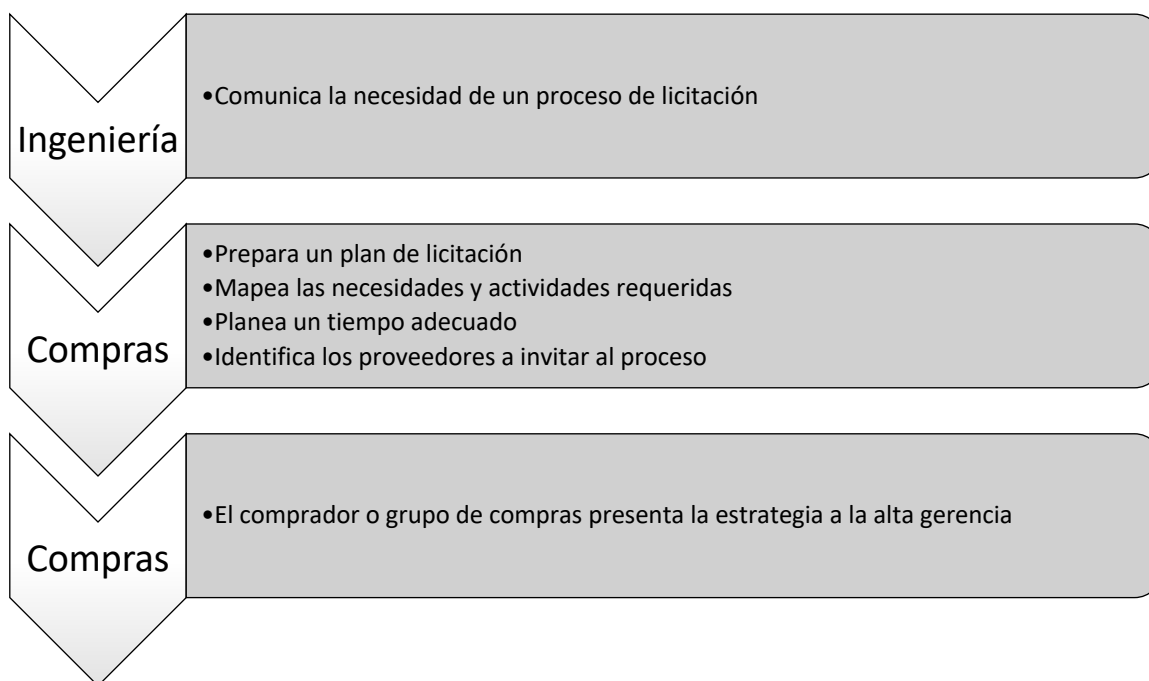


Figura 6. Proceso de licitación en una armadora (Arvidsson et al.,2020)

3.2.4 Problemas de calidad

Después de seleccionar a los proveedores para un proyecto, se les asigna un ingeniero de calidad exclusivo para el proveedor, quien es responsable de controlar que el proveedor tenga toda la información necesaria de las partes, entregue piezas en tiempo y con la calidad requerida. Se realiza una auditoría antes de comenzar la producción para corroborar que el proveedor puede entregar piezas adecuadas y en la frecuencia requerida por la armadora. Durante el proceso para partes en serie, las herramientas de calidad que más utilizan los proveedores son el seguimiento de quejas del cliente con la herramienta 8D, indicadores de incidentes de calidad en proveedores y la herramienta Plan de Control (Goicoechea, I. & Fenollera, M.,2012).

La herramienta 8D se aplica a cada una de las quejas una vez que los clientes las presentan. Los pasos de esta herramienta se indican en la figura 7 (Sevilay et. al., 2022).

D1 Formación de un equipo	• Contar con el conocimiento necesario para resolver el problema
D2 Descripción del problema	• Identificar el problema normalmente a través de "5 por qué"
D3 Acción inmediata	• Crear un plan de contención inmediata que evite impactar al cliente
D4 Identificación de la causa raíz	• Paso principal, encontrar la fuente del problema
D5 Plan de acción	• Elaborar el plan que incluya acciones correctivas para eliminar la causa raíz
D6 Medición de la efectividad	• Elaborar el plan que incluya acciones correctivas para eliminar la causa raíz
D7 Prevención de la recurrencia	• Documentación de las acciones que permitan evitar que el problema vuelva a suceder
D8 Reconocimiento del equipo	• El equipo que trabajó en el problema debe ser reconocido, respetado y se le debe agradecer

Figura 7. Pasos de la herramienta 8D

Desde la perspectiva de esta investigación, se resalta el seguimiento de quejas del cliente, ya que es uno de los registros clave con el cual cuenta la armadora. Se tomaron en cuenta los registros existentes por proveedor en el año 2020.

Ejemplo de problema de calidad:

Una de las plantas de la armadora notificó al proveedor que sus piezas no se podían utilizar porque a las piezas, después de pintarlas en la planta, generaba una deformación (cráter) en una sección visible al cliente. En este momento se generó un registro con número de seguimiento para buscar y eliminar la causa.

Entre las actividades para identificar la causa, se analizó la composición química del metal de las piezas, se analizaron piezas rechazadas por la armadora (con los cráteres) y piezas recién fabricadas por el proveedor, los resultados arrojaron que las piezas con el problema, presentaban restos de Cesio y Bismuto, elementos inorgánicos que se determinaron no tenían relación con los cráteres. Por lo tanto, se descartó que el acero tuviera

que ver con el problema en la planta. El otro elemento del proceso que se adhiere al metal antes de enviar a la planta, es un lubricante, por lo tanto, éste también fue analizado por un laboratorio externo haciendo pruebas simulando el proceso de pintado, arrojando, que el lubricante sí influenciaba la generación de cráteres.

El proveedor decidió cambiar el lubricante por uno aprobado por la armadora, ya que se encontró que el que utilizaban y que en el análisis resultaba en cráter, no estaba aprobado por la armadora. Con la implementación del nuevo lubricante, se cerró el número de registro ya que se solucionó el problema en la planta.

3.2.5 Ocasiones que se involucraron en un problema de garantías

Las armadoras y proveedores registran las piezas que han sido reclamadas a través del proceso de garantías. El número de ocasiones en que han incurrido sirve para tener datos históricos y en esta investigación se analizó el año 2020 de los proveedores que contestaron la encuesta.

Inicialmente la armadora genera una base de datos con los problemas de garantías, la cual en cierta medida se transfiere a los proveedores. Cuando la falla del producto es identificada como causada por un componente del proveedor, este último utilizará la información a su alcance sobre datos y partes que le ayuden a determinar acciones para solucionar el problema (Jagtap, M. M., & Teli, S. N., 2014). La figura 8 muestra de arriba abajo el flujo de información de los problemas de garantías.

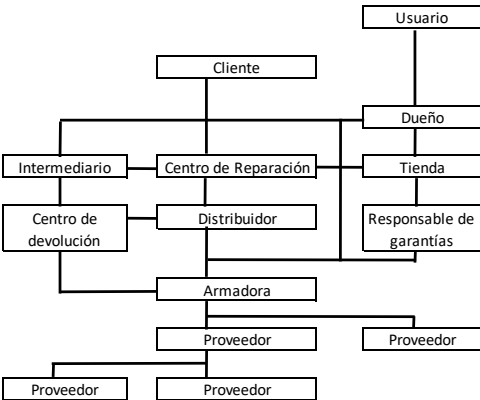


Figura 8. Cadena de las garantías (Jagtap, M. M., & Teli, S. N., 2014)

Una de las características de las garantías es que los proveedores deberán pagar el costo que éstas generen o una porción, de acuerdo a las políticas que se encuentren vigentes en el contrato y la naturaleza del problema.

Estos casos se pueden volver un problema de percepción ante los diferentes actores y es común que los proveedores no estén de acuerdo con las resoluciones de los cobros.

En la tabla 6 se muestra la relación de estos indicadores con los conceptos relevantes según teoría y según el resultado de encuestas para la medición de variables en esta investigación.

Tabla 6. Indicadores identificados como relevantes como variables independientes

Autor	Concepto teórico	Encuestas	Indicadores/ variables
Yang, Z. 2019	Relaciones fuertes	Implementación de cambios de ingeniería	Problemas de calidad
Yang, Z. 2019	Intercambio de información	Cantidad de negocio	Valor del negocio
Jokela, P., & Söderman A. 2017	Justicia	Garantías	Cantidad de garantías
Jokela, P., & Söderman A. 2017	Compromiso	Soluciones a problemas	Problemas de calidad
		Calidad	Problemas de calidad

Para efectos de la medición de los datos, adicional a la información de las compañías, se tomó el promedio con el cual han evaluado a la armadora. Este indicador es entonces usado como variable dependiente al entender que cada proveedor tiene características diferentes, en los diferentes rubros que llevan a la evaluación. Por tanto, estos indicadores son los que se pueden considerar como variables independientes.

Los datos de respuestas y nombres, han sido ajustados por confidencialidad de la información, pero son representativos para el objetivo de este análisis al ser consistentes con las tendencias e información actual. Los datos se muestran en la tabla 2.

Esta tabla fue la que se ingresó al sistema Minitab® para generar el análisis de regresión multi-variable, considerando la calificación como la variable dependiente y el resto de valores como variables independientes. Los valores de los proveedores 6,7,8 y 11 fueron eliminados del análisis por no contar con la información completa lo cual generaba errores en la ecuación.

3.3 Fase 3 six- sigma: Analizar la medición de las fallas

Utilizando una gráfica de regresión multivariable se analizó la información y se interpretaron las ecuaciones, tablas y gráficas que se generaron en el sistema. Con lo anterior, se identificó el elemento que más influye en la respuesta de los proveedores (Calificación).

Se obtuvieron los siguientes resultados:

3.3.1 Resumen del modelo

S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
0.180479	97.53%	94.45%	86.86%

En el resumen del modeo se aprecia que la R cuadrada es de 97% lo cual indica que los datos son estadísticamente relevantes en la ecuación ya que están muy cerca de la línea de regresión ajustada.

3.3.2 Ecuación de regresión

El programa indica la siguiente ecuación de regresión para las variables consideradas:

$$\begin{aligned} \text{Calificación} = & 7.522 - 0.000328 \text{ Ventas} - 0.000020 \text{ Empleados} \\ & + 0.006211 \text{ Valor del negocio} \\ & - 0.0259 \text{ Reclamos garantías} - 0.03977 \text{ Problemas de calidad} \end{aligned}$$

Los coeficientes que genera el modelo permiten predecir valores para la “Calificación”, donde la cantidad de ventas de las empresas (tamaño de las empresas por sus ventas), influye inversamente en la calificación, así como la cantidad de empleados (tamaño de la empresa por sus empleados). También la cantidad de reclamos de garantías y la cantidad de problemas de calidad asignados a ese proveedor; sin embargo, el hecho de que

el valor de negocio tenga una relación positiva, indica que entre mayor sea el valor del negocio con la compañía contratante, mayor será la calificación asignada.

3.3.3 Coeficientes

La tabla de coeficientes (tabla 7) muestra los coeficientes asignados a las variables independientes propuestas en el modelo; estos valores, permiten predecir una calificación al conocer los valores de ellas en cada uno de los proveedores.

Tabla 7. Coeficientes del análisis de regresión multivariable

Term	Coef	SE Coef	T- Value	P- Value	VIF
Constant	7.522	0.209	36.01	0.000	
Ventas	- 0.000328	0.000066	-4.98	0.008	120.66
Empleados	- 0.000020	0.000005	-3.67	0.021	17.07
Valor del negocio	0.006211	0.000711	8.74	0.001	99.54
Reclamos garantías	-0.0259	0.0135	-1.92	0.127	2.19
Problemas de calidad	-0.03977	0.00430	-9.24	0.001	5.08

3.3.4 Analisis de varianza

En la tabla 8 se puede observar que el valor de regresión p, al ser menor que 0.05 indica que esa variable es estadísticamente significativa. También se interpreta que la constante “valor del negocio” es la que más influye en la calificación, al tener el menor valor (0.001), aunque el resto de ellas también influyen por encontrarse debajo de 0.05, excepto por la variable “reclamos garantías” que tiene el valor más alejado (0.127,) y por tanto se puede descartar de los indicadores relevantes.

Tabla 8. Tabla de análisis de varianza del análisis de regresión multivariable

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F- Value	P- Value
Regression	5	5.1493	1.02987	31.62	0.003
Ventas	1	0.8072	0.80718	24.78	0.008
Empleados	1	0.4398	0.43978	13.50	0.021
Valor del negocio	1	2.4885	2.48847	76.40	0.001
Reclamos garantías	1	0.1203	0.12031	3.69	0.127
Problemas de calidad	1	2.7826	2.78259	85.43	0.001
Error	4	0.1303	0.03257		
Total	9	5.2796			

3.3.5 Tabla de ajustes y gráficas de residuos

El análisis en Minitab® incluyó la tabla de ajustes (tabla 9), que muestra en los valores de la columna fits, valores muy similares a las calificaciones, por lo cual se interpreta que en general todas las calificaciones corresponden de una manera directa a las variables. Se nota que el valor mayormente ajustado es el último, que tiene los valores más bajos en las variables independientes Ventas, Empleados y Valor del negocio.

Tabla 9. Tabla de ajustes del análisis de regresión multivariable

Calificación	Ventas	Empleados	Valor del negocio	Reclamos garantías	Problemas de calidad	FITS
6.53	1159	40000	400	0	58	6.5274
7.56	2300	9000	400	0	40	7.48419
8.26	478	1954	200	16	0	8.15548
8.09	782	2000	600	6	70	8.01453
8.04	8900	25000	1000	8	52	8.04723
8.47	1970	9000	600	2	44	8.62381
8.14	32600	150000	3000	18	98	8.13807
9.57	486	2000	400	0	8	9.48985
7.85	705	1700	200	10	12	7.76411
7.65	307	650	200	10	12	7.91534

También se generaron las gráficas de residuos mostradas en la figura 9.

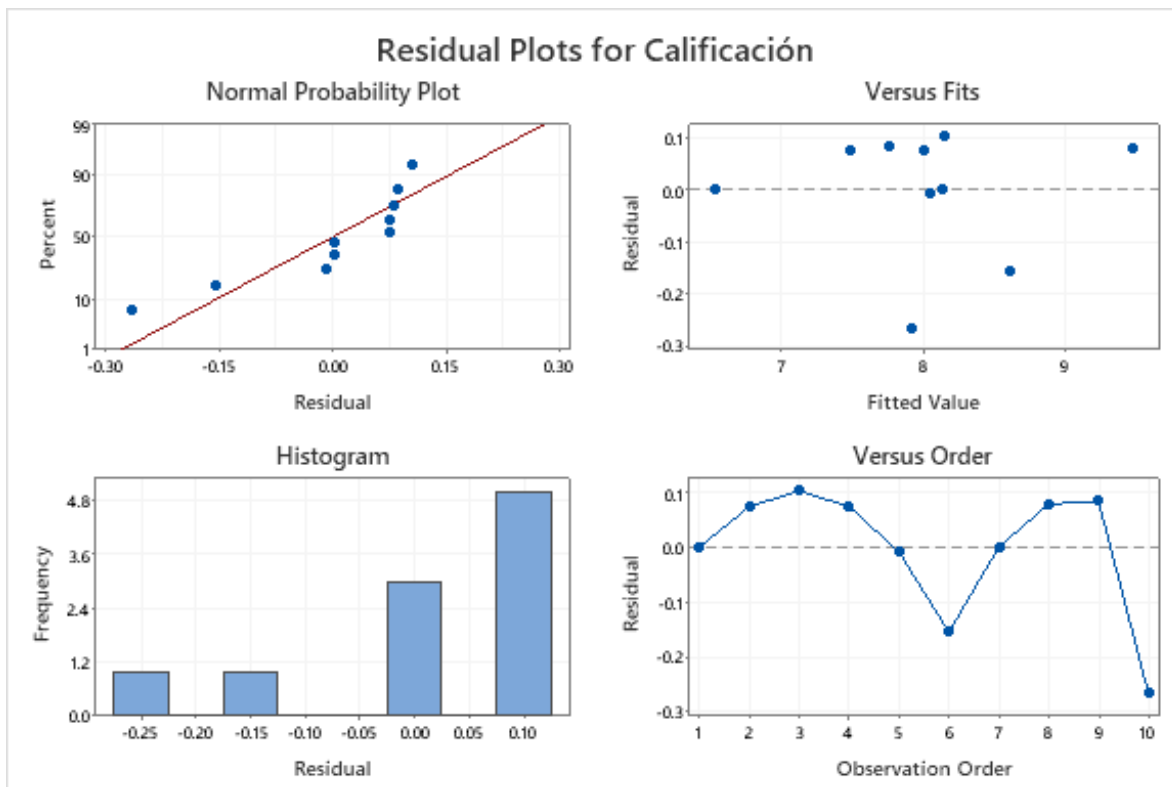


Figura 9. Gráficas de residuos para la regresión multivariable

Las gráficas de residuos en la figura 9 incluyen las siguientes descripciones.

Normal probability plot: los valores de residuos (diferencia del valor ajustado con el valor real) son cercanos a la línea inclinada, lo cual indica que los datos siguen una distribución normal.

Versus fits: los valores ajustados no están tan alejados de los valores reales aunque existen también 2 datos situados en la parte baja del gráfico. Los valores identificados son aquéllos con calificación 8.47 y 7.65 y son los que más se ajustaron como se puede ver en la tabla 9, esto se interpreta como que sus variables independientes, estadísticamente deberían dar un resultado más apegado al valor ajustado.

Histogram: los datos se encuentran agrupados en su mayoría (lo cual descarta que el comportamiento de los residuos sea normal), pero que hay dos valores atípicos que se

encuentran en el lado izquierdo. Estos casos son los mismos puntos identificados en la gráfica de “versus fits”.

Versus order graph: los residuales en orden de aparición tienen tendencia a subir, bajar y subir de nuevo, indicación de que la aparición de los datos no es completamente aleatoria.

3.3.6 Gráficas de dispersión y Pearson

La información de la tabla 2 de datos de proveedores también se analiza con gráficas de dispersión que después se evalúan con la ecuación de Pearson, para lograr identificar la correlación entre variables.

La tabla 10 se creó para relacionar sólo dos variables, la cual muestra el valor de las variables “Intercambio de información” y “Compromiso” por proveedor. Esta tabla se utilizó para obtener la relación entre ellas en excel.

Tabla 10. Variables “Intercambio de información” y “Compromiso” por proveedor

Proveedor	Valor del negocio / Intercambio de información	Problemas de calidad/ Compromiso
Proveedor 1	400	58
Proveedor 2	400	40
Proveedor 3	200	0
Proveedor 4	600	70
Proveedor 5	1000	52
Proveedor 9	600	44
Proveedor 10	3000	98
Proveedor 12	400	8
Proveedor 13	200	12
Proveedor 14	200	12

La figura 10 muestra la gráfica de dispersión correspondiente a estas dos variables. El coeficiente Pearson para la figura 10 es de 0.77570554, lo cual indica una correlación fuerte entre ambas.

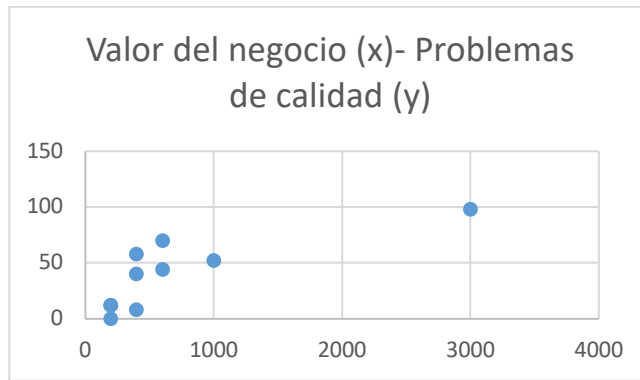


Figura 10. Gráfica de dispersión variables “Intercambio de información” y “Compromiso”

Para analizar las variables “Justicia” y “Compromiso” por proveedor, se agrupó la información en la tabla 11, y con estos datos se generó la gráfica de dispersión (Fig 12). El coeficiente de Pearson en esta relación es de 0.090598188 lo que demuestra nula relación entre estas variables.

Tabla 11. Variables “Justicia” y “Compromiso” por proveedor

Proveedor	Reclamos garantías / Justicia	Problemas de calidad/ Compromiso
Proveedor 1	0	58
Proveedor 2	0	40
Proveedor 3	16	0
Proveedor 4	6	70
Proveedor 5	8	52
Proveedor 9	2	44
Proveedor 10	18	98
Proveedor 12	0	8
Proveedor 13	10	12
Proveedor 14	10	12

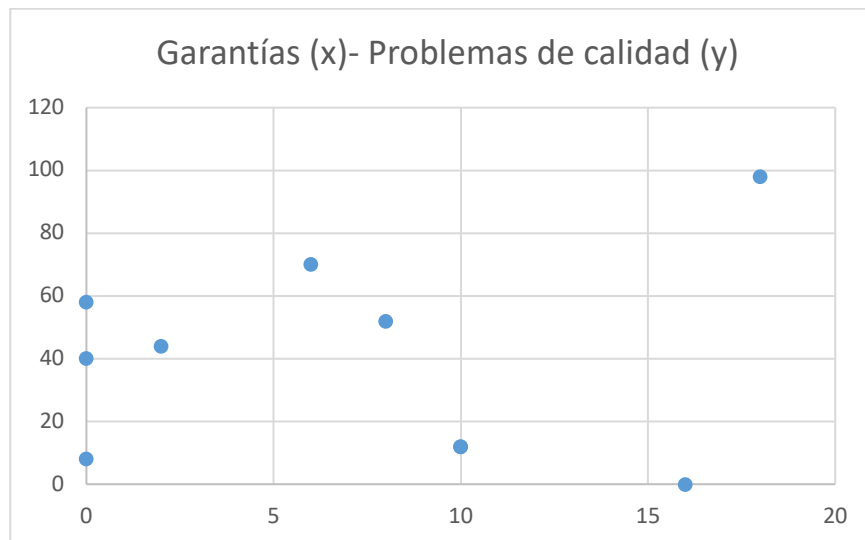


Figura 11. Gráfica de dispersión variables “Justicia” y “Compromiso”

También se analizaron las variables “Justicia” e “Intercambio de información”, relacionadas con los valores de reclamos de garantías y de valor del negocio. Se identificaron los valores en la tabla 12 para calcular el coeficiente de Pearson; cuyo valor resultó en 0.497077819, lo que representa que si hay algo de relación entre estas variables. La figura 12 muestra la gráfica de dispersión correspondiente a la tabla 12.

Tabla 12. Variables “Justicia” e “Intercambio de información” por proveedor

Proveedor	Reclamos garantías / Justicia	Valor del negocio / Intercambio de información
Proveedor 1	0	400
Proveedor 2	0	400
Proveedor 3	16	200
Proveedor 4	6	600
Proveedor 5	8	1000
Proveedor 9	2	600
Proveedor 10	18	3000
Proveedor 12	0	400
Proveedor 13	10	200
Proveedor 14	10	200

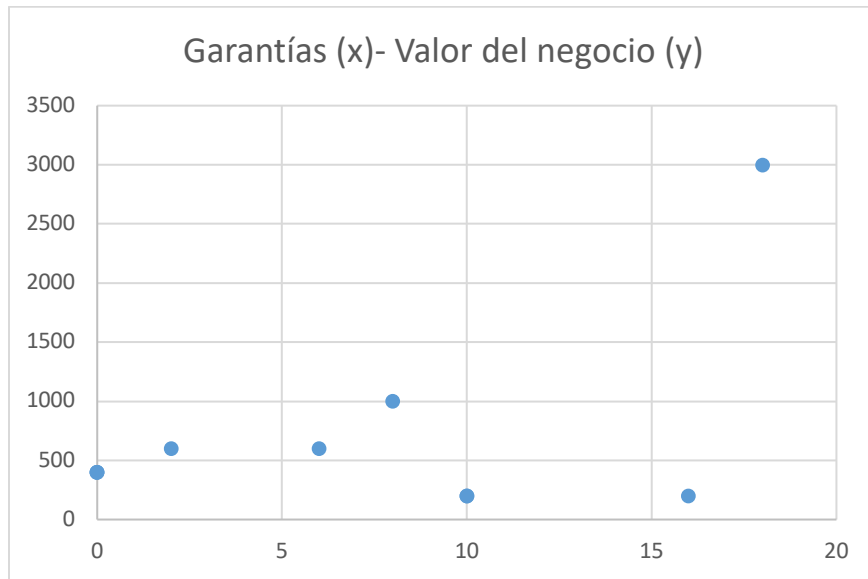


Figura 12. Gráfica de dispersión variables “Justicia” e “Intercambio de información”

3.4 Fase 4 *six-sigma*: Mejora

La ecuación de regresión, de acuerdo a los resultados que muestra, permite identificar que tanto el tamaño de la empresa en ventas, como la cantidad de empleados, la cantidad de garantías y los problemas de calidad afectan de forma inversa a la calificación final, y la única variable que impacta de una forma directa es el tamaño del negocio con la compañía.

Considerando esto, se interpreta que existen dos formas de mejorar la calificación asignada: reduciendo cada una de las variables cuyo impacto es inversamente proporcional, o incrementando el valor de aquella que tiene un impacto directamente proporcional. La figura 13 representa gráficamente la influencia de las variables.

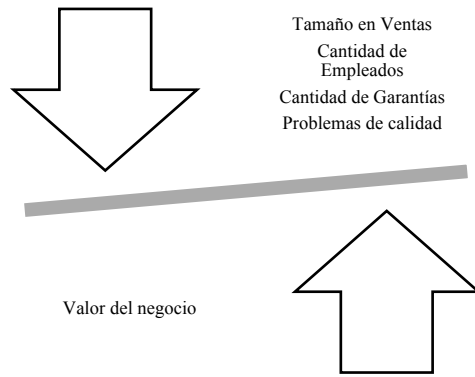


Figura 13. Representación gráfica de la ecuación de regresión

Como se menciona en la fase de medición, las variables “tamaño en ventas” y “cantidad de empleados”, son datos fuera del alcance de la empresa, por lo que no serán objeto de las estrategias internas para mejorar la relación con proveedores.

Esto resulta en que la estrategia que la armadora debe tomar, es incrementar el valor del negocio de los proveedores y disminuir los problemas de calidad. Si bien la mejora en todas ellas tendrá un impacto positivo, al conocer los valores P de cada una, se entiende que la que tendrá un mayor impacto positivo a la calificación de los proveedores es aumentar el valor del negocio que actualmente se tiene con ellos, lo cual está dentro del alcance del área de compras de la compañía. Por lo tanto, se puede controlar y adecuar como parte de las estrategias actuales de la empresa, buscando consolidar una base de proveedores específica que, a través del tiempo logre su crecimiento, en lugar de tener un base creciente y aleatoria de proveedores.

En este contexto aumentar la cantidad de negocio podría resultar en el incremento de reclamos de garantías y de problemas de calidad, para compensar este problema, se debe considerar que los proveedores estratégicos tienen la obligación de asignar más recursos al área de calidad, considerando la capacidad de venta a la que están sujetos. Al mismo tiempo los recursos de la armadora para identificar problemas y soportar las soluciones, estarán enfocados en menos proveedores, asegurando un mayor entendimiento de sus procesos.

Estrategia:

Asignar negocios a proveedores estratégicos de modo que aumente su valor del negocio en relación al valor del negocio del año anterior.

3.5 Fase 5 six- sigma: Control

La tabla 13 muestra la forma de comprobar que con esta estrategia en la fase de mejora, se puede incrementar la calificación asignada a la empresa; a través de los resultados ajustados de las calificaciones. Para hacerlo, se incrementó 1% el valor del negocio.

Los datos están ordenados de menor a mayor de acuerdo con la categoría “valor del negocio” actual; después, se aplicó la ecuación de regresión para pronosticar el resultado de la calificación al modificar la variable del valor del negocio en 1% sin modificar el resto de las variables independientes. Este resultado se muestra en la columna “nueva calificación ajustada”.

Tabla 13. Resultados ajustados considerando 1% de incremento en “valor del negocio”

Proveedor	Calificación	Ventas	Empleados	Valor del negocio	Reclamos garantías	Problemas de calidad	Calificación ajustada	Nueva Calificación ajustada	Incremento en calificación
Coficiente	7.522	-0.000328	-0.00002	0.006211	-0.0259	-0.03977			
Proveedor 14	7.65	307	650	202	10	12	7.92	7.93	0.14%
Proveedor 3	8.26	478	1954	202	16	0	8.16	8.17	0.13%
Proveedor 12	7.85	705	1700	202	10	12	7.76	7.78	0.14%
Proveedor 13	9.57	486	2000	404	0	8	9.49	9.51	0.25%
Proveedor 4	6.53	1159	40000	404	0	58	6.53	6.54	0.26%
Proveedor 1	7.56	2300	9000	404	0	40	7.48	7.51	0.29%
Proveedor 9	8.09	782	2000	606	6	70	8.01	8.05	0.44%
Proveedor 2	8.47	1970	9000	606	2	44	8.62	8.66	0.40%
Proveedor 5	8.04	8900	25000	1010	8	52	8.05	8.10	0.66%
Proveedor 10	8.14	32600	150000	3030	18	98	8.14	8.28	1.80%
Promedio	8.02						8.02	8.05	0.46%

Se demuestra estadísticamente que los resultados que se obtienen en las siguientes evaluaciones mejorarán asumiendo que se ha aplicado la estrategia de crecimiento en “valor del negocio de proveedores” y que el resto de las circunstancias siguen igual. Si bien esto no demuestra un crecimiento del 10% en las calificaciones, se puede observar que dependiendo del proveedor que se vaya incrementando, éste tendrá una calificación diferente ajustada, es decir, los proveedores más grandes de acuerdo al valor del negocio y que tienen mayor cantidad de empleados globales, generan una mejor calificación que aquellos más pequeños por cantidad de empleados y valor de venta.

Con lo anterior se demuestra que la estrategia para la reducción y selección estratégica de proveedores también coadyuvará a la mejora de la calificación de la armadora (tabla 13). El cálculo del valor ajustado implica que si a 1% le corresponde el 0.46% de aumento, el 10% deberá resultar en una mejora de 4.6%. Al recalcular, se obtiene que el valor aumenta no al 4.6% sino al 5.3%, como promedio general (tabla 14), pero se puede observar que los últimos 4 valores, es decir el de los proveedores más grandes, aumenta en algunos casos más que el promedio, lo que muestra una nueva oportunidad para considerarlos.

Al promediar el incremento sólo de los proveedores más grandes en ventas, el promedio de mejora aumenta a 9.73% lo que indica que de mantener menos proveedores, se podrá aumentar la calificación en un 9.73% para la armadora.

Tabla 14. Resultados ajustados considerando 10% de incremento en “valor del negocio”

Proveedor	Calificación	Ventas	Empleados	Valor del negocio	Reclamos garantías	Problemas de calidad	Calificación ajustada	Nueva Calificación ajustada	Incremento en calificación
Coficiente	7.522	-0.000328	-0.00002	0.006211	-0.0259	-0.03977			
Proveedor 14	7.65	307	650	220	10	12	7.92	8.04	1.56%
Proveedor 3	8.26	478	1954	220	16	0	8.16	8.28	1.50%
Proveedor 12	7.85	705	1700	220	10	12	7.76	7.89	1.58%
Proveedor 13	9.57	486	2000	440	0	8	9.49	9.74	2.61%
Proveedor 4	6.53	1159	40000	440	0	58	6.53	6.77	3.69%
Proveedor 1	7.56	2300	9000	440	0	40	7.48	7.73	3.28%
Proveedor 9	8.09	782	2000	660	6	70	8.01	8.39	4.63%
Proveedor 2	8.47	1970	9000	660	2	44	8.62	8.99	4.29%
Proveedor 5	8.04	8900	25000	1100	8	52	8.05	8.66	7.61%
Proveedor 10	8.14	32600	150000	3300	18	98	8.14	9.96	22.41%
Promedio	8.02						8.02	8.44	5.34%

3.6 Resultados obtenidos

El análisis de la información de las encuestas, los indicadores actuales de los proveedores, así como la información referida en el marco teórico de esta investigación, han permitido evaluar desde una perspectiva tanto cualitativa como cuantitativa, la relación de los proveedores con la empresa. Con la información de la ecuación de regresión, se puede corroborar que sí existen diversos factores en las condiciones de los proveedores, que son medibles y que determinan sus calificaciones finales.

Se presentó también la relación entre las investigaciones previas (Jokela et al., 2017, Yang 2019, Xuan et al., 2020) y la evaluación con datos reales de esta compañía en específico,

resaltando las similitudes y agregando valores cuantitativos considerados como variables independientes, para expandir el alcance de su investigación.

A través del análisis de estas variables independientes, también se ha identificado que la llamada “valor del negocio”, es la que mayor peso estadístico tiene en la evaluación de los proveedores, lo cual sugiere que debe ser parte de la estrategia de la empresa cliente, para que se pueda influenciar en la calificación de la armadora en los siguientes periodos de evaluación.

Es importante destacar, que si bien se sugiere implementar estrategias sobre la variable “valor del negocio” solamente, es de esperarse que el resto de las variables también cambien a través del tiempo, y se deberá analizar la ecuación de regresión presentada, para contemplar un pronóstico más amplio en las evaluaciones y en los objetivos a plantear en la estrategia en general.

La etapa de control, también indica que implementando una estrategia que limite a los proveedores y al mismo tiempo se les dé mas negocio, se podrá incrementar la calificación de la armadora, mejorando la relación con los proveedores; esto ha sido comprobado al usar la ecuación de regresión identificada en el análisis de regresión multivariable.

Capítulo 4 Análisis de resultados

4.1 Análisis de los resultados obtenidos

En este trabajo se presenta una metodología *six- sigma* aplicada al análisis y mejora de la relación entre proveedores y empresas en el marco de empresas de alta tecnología y específicamente en la industria automotriz. Se utiliza como herramienta estadística el análisis de regresión multivariable para poder determinar las causas que expliquen el comportamiento de las evaluaciones, que como se menciona en el estado del arte es una herramienta apropiada de acuerdo a las variables independientes que se identifican en el estudio.

Como lo mencionan los autores Anthony & Banuelas, se han aplicado todos los pasos concernientes a la metodología *six- sigma* (Anthony et al., 2002) aplicándose también las herramientas estadísticas pertinentes para determinar una relación de causa y efecto como lo menciona Jeroen de Mast (De Mast et al., 2012). Esta herramienta aplicada dentro del análisis de la relación entre proveedores y armadora, permite complementar la investigación de Karakadilar & Sezen considerada para esta investigación como puramente descriptiva, al tener como objetivo saber solamente qué tipo de relación existe entre los proveedores de la industria automotriz de Turquía, sin especificar una metodología para mejorar o cambiar las relaciones. Retomando sus conclusiones, él describe la relación entre proveedores y armadoras en Turquía como cooperativa porque tienen confianza en sus negocios a largo plazo; con la metodología presentada en este documento se puede identificar un valor para este tipo de confianza, que de acuerdo al análisis previo, se puede concluir que es la cantidad de negocio que se les asigna a los proveedores, de modo que si se busca mejorar la relación, este es un valor a considerar por la armadora.

Las investigaciones previas realizadas que realzan los elementos clave pero de una forma cualitativa, sin agregar detalle de los indicadores tras cada elemento deseado en dicha relación, también se puede complementar con la investigación y metodología presentada en este documento, que relaciona elementos clave que los proveedores consideran importantes como indicadores y variables tanto internas como externas de la compañía, con el propósito

de identificar estrategias que además permitan mejorar esa relación. Ya que su investigación sólo presenta elementos clave y valores cualitativos sin buscar una mejora al respecto.

En los resultados de esta investigación se identifican las variables que influyen en mayor medida el resultado de las evaluaciones de los proveedores y se comprueba que de mejorar aquélla que estadísticamente influye más, a través de una estrategia, se puede obtener un mejor resultado, es por ello que se puede aceptar la hipótesis 1 establecida en la investigación:

“Hipótesis 1: Identificar las variables estadísticamente relevantes en la relación entre armadora y proveedores, a través del análisis de las evaluaciones, permitirá generar estrategias para mejorar dichos procesos, la relación entre armadora y proveedor y también la calificación asignada a la armadora”.

Esto conlleva a rechazar la hipótesis nula que plantea, que no es necesaria la identificación de las variables estadísticamente relevantes para crear estrategias que mejoren la relación con los proveedores y por ende la calificación asignada a las armadoras.

“Hipótesis nula: No identificar las variables estadísticamente relevantes en la relación entre armadora y proveedores contenidos en las evaluaciones, permitirá la creación de estrategias para la mejora de los procesos relevantes para los proveedores y la relación entre armadora y proveedores en sí, incrementando así la calificación de la armadora”

Respecto a la hipótesis 2 “El intercambio de información se logra si existe compromiso entre las partes que permita resolver problemas, coadyuvando así a una buena relación entre proveedores y armadora” se puede aceptar considerando que el resultado del coeficiente de Pearson entre las variables “intercambio de información” y “compromiso” es de 0.77 valor que es reconocido como suficiente para demostrar la relación entre ambas variables, y considerando las investigaciones previas, se puede confirmar que estas variables coadyuvan a una buena relación entre proveedores.

Al analizar los datos del coeficiente de Pearson de las variables “justicia” y “compromiso”, se puede rechazar la hipótesis 3 “La justicia sólo es percibida si se reconoce

que existe un compromiso por parte de la armadora y proveedores para resolver problemas, coadyuvando a la buena relación entre armadora y proveedores”, ya que el coeficiente es de 0.09 que indica que no existe una relación entre ambas variables, por lo tanto se entiende que la justicia no es influenciada por el compromiso por lo tanto no se pueden relacionar entre ellas de modo que produzcan en conjunto una mejora en la relación del proveedor.

Para demostrar la hipótesis 4 “La sensación de justicia, promueve el intercambio de información y con ello aportará a tener una mejor relación entre proveedores y armadora” se analizó en la gráfica de dispersión los datos correspondientes a las variables “justicia” e “intercambio de información” los cuales mostraron a través del coeficiente de Pearson que hay algo de correlación al tener un valor de 0.49; es por ello que se acepta esta hipótesis al corroborar que ambas variables se relacionan y por tanto juntas, aportarán a tener una mejor relación entre proveedores y armadora.

Vale la pena recordar que las variables “justicia”, “compromiso” e “intercambio de información”, fueron investigadas anteriormente y en las investigaciones resultaron ser aquéllas que influyen en una buena relación con los proveedores y es por ello que las hipótesis se plantearon asumiendo que éstas están relacionadas entre si y por ello aportan a una buena relación y al aceptar la H2 y la H4, se concluye que éstas si están relacionadas y que sólo no lo están la “justicia” con el “compromiso”.

A través del análisis de los resultados, se identifica que los objetivos específicos de la investigación también se han cumplido, considerando los hallazgos en cada etapa de la investigación, la tabla 15 relaciona los hallazgos y los resultados que muestran los elementos identificados de acuerdo a cada uno de los objetivos establecidos. En la cual se puede observar que todos han sido cumplidos a reserva de ajustar el objetivo 4 a un 9.73% en lugar del 10% en el promedio general.

Tabla 15. Relación de objetivos específicos con resultados obtenidos.

Ojetivos específicos	Referencia de la información	Hallazgos
1. Detectar en las encuestas ya realizadas, las áreas de mejora y los rubros con mayores defectos, especialmente en categorías como “Intercambio de información”, “compromiso” y “justicia”	Tabla 5. Indicadores identificados como relevantes como variables independientes	Descripción de las categorías: Cantidad de negocio en "intercambio de información"; Soluciones a problemas de calidad en "compromiso" y Garantías en "justicia"
2. Identificar las variables que influyen en las evaluaciones actuales y también los valores recomendados para las áreas de mejora identificadas en el primer objetivo, para conocer la diferencia entre ellos y conocer así el porcentaje de mejora necesaria para incrementar la calificación de la armadora	Tabla 7. Tabla de coeficientes del análisis de regresión multivariable	Valor de P más bajo en "valor de negocio"
	Tabla 13. Resultados ajustados considerando 1% de incremento en “valor del negocio”	Identificación de que 1% en el incremento del valor en esta variable, sube calificación general en 0.46% Hallazgo de que cada proveedor sube su promedio en proporción al valor del negocio previo
3. Demostrar estadísticamente que alcanzar los valores deseados en las variables clave identificadas como problemáticas, resultarán en una mejora del 10% en la calificación de la armadora, para confirmar la efectividad del modelo	Tabla 14. Resultados ajustados considerando 10% de incremento en “valor del negocio”	Comprobación de que aumentar el 10% el valor de la variable independiente "valor del negocio" y la reducción de proveedores coadyuvará a una mejora del 9.73% en sus evaluaciones, aunque no será comparable con el resultado actual al no tener la misma cantidad de proveedores

4.2 Recomendaciones

En este modelo, se ha tomado la ecuación de regresión, como una forma de analizar la relación entre ciertas características de los proveedores con la intención de identificar y explicar el comportamiento de la calificación asignada a la armadora, si bien la recomendación dada en este modelo, incluye la consideración de mejorar sólo una de las características (variable independiente “tamaño de negocio”), las demás seguirán influyendo y posiblemente hasta se vean afectadas como resultado de la aplicación de la estrategia de incremento de ventas. Una de las recomendaciones, considerando este efecto, es que todas las variables aquí presentadas sean analizadas individualmente para generar estrategias que permitan mejorar cada una de ellas bajo control del área correspondiente en la armadora, de modo que al integrarlas de nuevo a este modelo, permitan una mejora integral de la calificación.

El desarrollo de la metodología toma en cuenta variables relevantes en la industria, por lo que es necesario destacar que esta metodología debe ser empleada como facilitadora para identificar entre las variables expuestas en esta y otras industrias, cuáles son

mayormente relevantes en el momento de su aplicación, este proceso deberá ser parte de la mejora continua de esta metodología para adaptarse a los indicadores relevantes al momento.

Las variables e indicadores considerados en este modelo, se han tomado considerando información de la industria automotriz, es importante recalcarlo al momento de aplicar esta metodología en otra industria, ya que será necesario evaluar si los indicadores aplican para el nuevo caso de estudio; de ser así se recomienda que se recabe la información de los proveedores en diferente industria, partiendo de que la variable dependiente siga siendo una evaluación al cliente. En caso de que se pretenda analizar otra variable dependiente diferente a la presentada en este modelo, es importante que se analice la relevancia y aplicación de este modelo.

4.3 Limitaciones del estudio

Se reconoce que existen limitaciones en el desarrollo del modelo, una de ellas es la cantidad de datos empleados en el modelo, es recomendable que el análisis de regresión multivariable contenga más de treinta datos para asegurar la efectividad del modelo, y en esta investigación sólo se están tomando en cuenta datos de diez proveedores; la información contenida en esta investigación y usada para el análisis es limitada derivado de la confidencialidad de los datos en la armadora; es por ello que se pueden estar omitiendo tanto cantidad de proveedores y su información, como cantidad de variables independientes importantes que de contar con ellas, deberían agregarse a la metodología descrita para obtener un resultado más relevante.

El alcance de la aplicación de las estrategias de mejora, también se considera dentro de las limitaciones de este estudio, ya que, como se ha destacado en la sección de resultados, solamente se comprueba la mejora en las calificaciones, tomando en cuenta la modificación de una sola variable y asumiendo que el resto se mantiene igual; la limitante en este caso es asumir que sólo el área de compras tendrá la posibilidad de analizar este resultado y que no se encuentra en el alcance la oportunidad de implementar estrategias que permitan la mejora del resto de las variables independientes; porque como se ha mencionado es de esperarse que el resto de las variables también se modifiquen al implementar la estrategia propuesta.

Una limitación adicional en esta investigación es que, los datos presentados son sólo de un año y no se consideran datos históricos que posiblemente puedan dar información adicional para el análisis, también cabe mencionar que debido al tamaño de la compañía en cuestión, no se han implementado las recomendaciones de estrategia para mejorar la calificación, de modo que se pueda documentar el resultado de la aplicación continua de esta metodología derivado del resultado directo en las encuestas.

Las limitaciones presentadas, son entonces relevantes y deben ser consideradas al implementar el método para mantener la objetividad y el resultado deseado.

Capítulo 5 Conclusiones y sugerencias para trabajo futuro

5.1 Conclusiones

La metodología presentada a través de la aplicación de las fases de la herramienta *six-sigma* ha demostrado estadísticamente que permite mejorar la calificación dada a la empresa, por lo tanto, es efectiva para resolver el problema planteado en el capítulo 1, donde se explica que las empresas están siendo evaluadas tanto de forma interna como externa y en donde se hace evidente que existen áreas de mejora en aquéllas que no han logrado alcanzar el puntaje más alto en estas evaluaciones. Tomando en cuenta que la metodología utiliza la metodología *six-sigma*, permitirá solucionar el problema existente tanto en la armadora estudiada como posiblemente en otras empresas de la misma u otras industrias.

Adicional a la demostración para resolver el problema planteado, se analiza a continuación si se han alcanzado los objetivos planteados, empezando por el objetivo general de la investigación: “describir una metodología de mejora continua utilizando la herramienta *six-sigma* para identificar los elementos clave en la relación con proveedores y proponer estrategias en las áreas respectivas, con el fin de mejorar un 10% la calificación atribuida a la armadora y mejorar así la relación entre proveedores y armadora.”

En primer lugar, describir una metodología de mejora continua usando la herramienta *six-sigma*, si se ha cumplido ya que todos los pasos considerados críticos para una implementación exitosa se han realizado: Definición, Medición, Análisis, Mejora y Control (DMAIC) (Marzagão, D. S. L., et. al, 2016).

Siguiendo con el objetivo, también se han identificado los elementos clave en la relación considerando tanto las investigaciones cualitativas presentadas por Jokela y Söderman, como las encuestas existentes y aplicables al caso de la armadora en particular, éstos también se identifican con indicadores o variables independientes y los que se encuentran en la tabla 6. Indicadores identificados como relevantes como variables independientes.

Con estos indicadores y el análisis también se han sugerido estrategias que permitan modificar estos valores, se sugiere un 10% pero se reconoce que este valor puede ser ajustado de acuerdo a las necesidades de las empresas.

Con los resultados calculados después de la implementación de la estrategia de mejora en la variable “valor del negocio” solamente, se puede apreciar que no se alcanza la mejora del 10% que plantea el objetivo general, por lo que es importante implementar ambos razonamientos de la estrategia, siendo el segundo, la reducción estratégica de la base de proveedores.

Como presenta el estudio, de incrementar el en un 10% el valor del negocio para ellos y, de mantener a los proveedores 9,2,5 y 10, el promedio del incremento en la nueva evaluación comparada con sus evaluaciones previas, llega a un 9.73%; con esto se puede comprobar que el 10% establecido genéricamente en el objetivo sobre la calificación total, se debe ajustar a un 9.73% comparado contra evaluaciones de los mismos proveedores, de acuerdo a los análisis estadísticos de estas variables en particular, para hacerlo más específico, sin embargo cabe mencionar, que de modificarse el porcentaje a mejorar en el valor del negocio con los proveedores mencionados estadísticamente es posible lograr el objetivo del 10%.

Durante el desarrollo de la metodología también se lograron cumplir los objetivos específicos, al analizar los datos de retroalimentación existentes e identificar las principales áreas de mejora que son cantidad de negocio, soluciones a problemas, implementación de cambios de ingeniería, calidad y garantías, relacionándolos también con la información de investigaciones previas identificando las categorías “intercambio de información” y “justicia” como claves para la relación entre compradores y vendedores.

Se identificaron las variables que influyen en las evaluaciones actuales y la variable estadísticamente relevante para que se establecieran estrategias que permitan mejorar la calificación de la armadora a partir de esta variable, las cuales se cumplieron y finalmente se demostró estadísticamente que se puede obtener una mejora del 9.73% al implementar las estrategias de incrementar el valor del negocio por proveedor en un 10% y reducir la base de proveedores.

En general la investigación se considera que cumple con los objetivos al aportar una metodología que logra identificar los elementos que estadísticamente influyen en las respuestas de los proveedores en las evaluaciones de la armadora, si bien es necesario resaltar que la mejora planteada del 10% en la evaluación general debe ser ajustada al considerar que la estrategia planteada modificará del todo el punto de comparación, siendo necesario experimentar diferentes escenarios para poder lograr una comparación justa entre evaluación previa y nueva esperada.

5.2 Sugerencias para trabajo futuro

Para continuar esta investigación se han identificado algunos puntos que permitirán robustecer el modelo, así como encontrar la forma de pronosticar el porcentaje deseado de mejora y las variables exactas a cambiar. Uno de ellos es hacer un análisis histórico de las variables independientes y las condiciones de los proveedores al momento de obtener esos resultados para comparar las diferencias y entender el comportamiento conjunto de las variables referidas, con ello se podrán complementar la estrategia sugerida asegurando su éxito.

Otra forma de enriquecer la investigación en este tema, es la aplicación de la metodología como caso práctico, esto permitirá entender mejor las tácticas para la implementación de la estrategia, complementando el plan de implementación y asegurando el éxito deseado, incluso identificando áreas de oportunidad de mejora en la metodología presentada.

La aplicación en otras industrias es alentada desde la perspectiva de este trabajo considerando la relevancia para las compañías en términos de adaptabilidad, permanencia en el mercado y tecnología (Yang, Z., et. al 2019). Es por ello que se sugiere se realice el mismo análisis pero con datos de una industria diferente de preferencia en empresas consideradas internacionales para lograr obtener la mayor información de datos posibles. Este estudio permitirá corroborar la aplicación universal de esta metodología, contribuyendo así a la investigación de las relaciones entre empresas y proveedores, dentro del estudio de la administración de la cadena de suministro.

Referencias Bibliográficas

Andrea, D., Gifford, D. (2020) OEMs: Why benchmark supplier relations with our Working Relations Index® study?. Plante Moran web page: <https://www.plantemoran.com/explore-our-thinking/insight/2019/01/oems-why-benchmark-supplier-relations-with-our-working-relations-index> búsqueda el 21/08/2021

Antony, J., & Banuelas, R. (2002). Key ingredients for the effective implementation of Six Sigma program. *Measuring business excellence*.

Balzarini, M., Bruno, C., Córdoba, M., & Teich, I. (2015). *Herramientas en el análisis estadístico multivariado*. Córdoba, Argentina.

Birch-Jensen, A., Gremyr, I., & Halldórsson, Á. (2020). Digitally connected services: Improvements through customer-imitated feedback. *European Management Journal*.

Caniëls, M. C., Gehrsitz, M. H., & Semeijn, J. (2013). Participation of suppliers in greening supply chains: An empirical analysis of German automotive suppliers. *Journal of Purchasing and supply management*, 19(3), 134-143.

Chen, K. S., & Yang, C. M. (2018). Developing a performance index with a Poisson process and an exponential distribution for operations management and continuous improvement. *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 343, 737-747.

Costa, L. B. M., Godinho Filho, M., Fredendall, L. D., & Paredes, F. J. G. (2018). Lean, six sigma and lean six sigma in the food industry: A systematic literature review. *Trends in Food Science & Technology*, 82, 122-133.

De Mast, J., & Lokkerbol, J. (2012). An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving. *International Journal of Production Economics*, 139(2), 604-614.

Du, X., Zhan, H., Zhu, X., & He, X. (2021). The upstream innovation with an overconfident manufacturer in a supply chain. *Omega*, 102497.

El Baz, J., & Ruel, S. (2021). Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-19 outbreak era. *International Journal of Production Economics*, 233, 107972.

Eloff, P. (2019). Integrating process improvement methodologies to increase manufacturing industry success (Doctoral dissertation, University of Pretoria).

Estampe, D., Lamouri, S., Paris, J. L., & Brahim-Djelloul, S. (2013). A framework for analysing supply chain performance evaluation models. *International Journal of Production Economics*, 142(2), 247-258.

Ghadimi, P., Dargi, A., & Heavey, C. (2017). Sustainable supplier performance scoring using audition check-list based fuzzy inference system: A case application in automotive spare part industry. *Computers & Industrial Engineering*, 105, 12-27.

Goicoechea, I., & Fenollera, M. (2012). Quality management in the automotive industry. *DAAAM International Scientific Book*, 51(1), 619-632.

Gules, H. K., Burgess, T. F., & Lynch, J. E. (1997). The evolution of buyer-supplier relationships in the automotive industries of emerging European economies: the case of Turkey. *European Journal of Purchasing & Supply Management*, 3(4), 209-219.

Habidin, N. F., Salleh, M. I., Md Latip, N. A., Azman, M. N. A., & Mohd Fuzi, N. (2016). Lean six sigma performance improvement tool for automotive suppliers. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(4), 215-235.

Ikumapayi, O. M., Akinlabi, E. T., Mwema, F. M., & Ogbonna, O. S. (2020). Six sigma versus lean manufacturing—An overview. *Materials Today: Proceedings*.

Jokela, P., & Söderman, A. (2017). Re-examining the link between fairness and commitment in buyer-supplier relationships. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 23(4), 268-279.

Karakadılar, İ. S., & Sezen, B. (2012). Are the members of auto supply chains successful in building good supplier-buyer relationships? A survey of Turkish automotive industry. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 58, 1505-1514.

Lee, A. H., Chang, H. J., & Lin, C. Y. (2009). An evaluation model of buyer-supplier relationships in high-tech industry—The case of an electronic components manufacturer in Taiwan. *Computers & Industrial Engineering*, 57(4), 1417-1430.

Li, S., Ragu-Nathan, B., Ragu-Nathan, T. S., & Rao, S. S. (2006). The impact of supply chain management practices on competitive advantage and organizational performance. *Omega*, 34(2), 107-124.

Li, L. Y. (2011). Marketing of competence-based solutions to buyers in exploratory relationships: Perspective of OEM suppliers. *Industrial Marketing Management*, 40(7), 1206-1213.

Liao, K., Deng, X., Liao, Y., & Zhang, Q. (2020). Supplier Empowerment: Mediating Situational Factors and Perceived Performance. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 100611.

Ljung, M., & Capadrutt, C. (2020). Internet of Things and the next generation of supply chains: Creating visibility through connectivity in an end-to-end automotive supply chain.

Manello, A., & Calabrese, G. (2019). The influence of reputation on supplier selection: An empirical study of the European automotive industry. *Journal of Purchasing and Supply Management*, 25(1), 69-77.

Marzagão, D. S. L., & Carvalho, M. M. (2016). Critical success factors for Six Sigma projects. *International Journal of Project Management*, 34(8), 1505-1518.

Mitra, A. (2020). Vendor management techniques using Lean Six Sigma in Carl Zeiss India. *Materials Today: Proceedings*.

Narula, V. (2020). Unit-5 Henri Fayol. Indira Gandhi National Open University, New Delhi.

Okamuro, H. (2001). Risk sharing in the supplier relationship: new evidence from the Japanese automotive industry. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 45(4), 361-381.

Palací-López, D., Borràs-Ferrís, J., da Silva de Oliveria, L. T., & Ferrer, A. (2020). Multivariate Six Sigma: A Case Study in Industry 4.0. *Processes*, 8(9), 1119.

Rashid, O. A., & Ahmad, M. N. (2013). Business process improvement methodologies: an overview. *Journal of Information System Research Innovation*, 5, 45-53.

Rugman, A. M., & Collinson, S. (2004). The regional nature of the world's automotive sector. *European Management Journal*, 22(5), 471-482.

Sabadías, A. V. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial (Vol. 8)*. Univ. de Castilla La Mancha.

Saeed, S., Yousafzai, S., Paladino, A., & De Luca, L. M. (2015). Inside-out and outside-in orientations: A meta-analysis of orientation's effects on innovation and firm performance. *Industrial Marketing Management*, 47, 121-133.

Sen, A., & Srivastava, M. (1997). *Regression analysis: theory, methods, and applications*. Springer Science & Business Media.

Sevilay, U. D., & Ülge, T. A. Ş. (2022). Application of 8D Methodology: An Approach to Reduce Failures in Automotive Industry. *Engineering Failure Analysis*, 106019.

Sharma, A., Krishnan, R., & Grewal, D. (2001). Value creation in markets: a critical area of focus for business-to-business markets. *Industrial Marketing Management*, 30(4), 391-402.

Shen, B., Xu, X., Chan, H. L., & Choi, T. M. (2021). Collaborative innovation in supply chain systems: Value creation and leadership structure. *International Journal of Production Economics*, 235, 108068.

Spiegel, M. R., & Larry J. Stephens (2001). *Estadística*. McGraw-Hill, 314, 315, 349

Vos, F. G. S., Van der Lelij, R., Schiele, H., & Praas, N. H. J. (2021). Mediating the impact of power on supplier satisfaction: Do buyer status and relational conflict matter?. *International Journal of Production Economics*, 239, 108168.

Wang, C., & Hu, Q. (2020). Knowledge sharing in supply chain networks: Effects of collaborative innovation activities and capability on innovation performance. *Technovation*, 94, 102010.

Xuan, P. A. N., Shuwei, Z. A. N. G., Yiyang, H. U., & Jinyang, L. I. U. (2020). Identifying the positive sides of power use between (in) congruence in distributive fairness perception and supplier-buyer relationship quality. *Industrial Marketing Management*, 91, 362-372.

Yang, Z., Jiang, Y., & Xie, E. (2019). Buyer-supplier relational strength and buying firm's marketing capability: An outside-in perspective. *Industrial Marketing Management*, 82, 27-37.