



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Facultad de Ciencias Químicas

Carrera de Ingeniería Industrial

Generación de un modelo de evaluación con directrices de calidad basado en Análisis de componentes principales y Árboles de clasificación para su integración en el modelo IMAGINE extendido

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: "Ingeniero Industrial".
Modalidad: Artículo Académico

Autor:

Diego Xavier Morocho Namcela

CI:0107194854

Correo electrónico: diegomrcho@gmail.com

Director:

Ing. Noé Rodrigo Guamán Guachichullca. Mgt.

CI:0105291595

Cuenca- Ecuador

24 de febrero del 2021



Resumen:

El propósito de la investigación fue la creación de un modelo de evaluación de los sistemas de gestión de calidad partiendo del modelo IMAGINE extendido. Siendo este un sistema de gestión que incorpora variables de calidad y responsabilidad social empresarial.

Se inició con la revisión de las directrices que contiene el modelo; ya que poseía directrices de sistemas como la ISO 9001, EFQM, Lean, Gerencial de Deming, Malcolm Baldrige. Como segundo paso se realizó una selección de directrices necesarias para la evaluación, en esta se consideró la experiencia de la aplicación de directrices por parte de las industrias del austro. Tercero se realizó el tratamiento de la información mediante el análisis estadístico de componentes principales y árboles de decisión para finalmente formular el modelo.

Como resultado se obtuvo directrices de calidad valoradas como sustanciales por parte de las empresas del austro, las cuales fueron utilizadas como insumo para estructurar el modelo de evaluación.

El modelo se encuentra regido por 4 directrices que pueden predecir el desempeño en cualquier empresa: clasificándola como bajo, medio, y alto su sistema de gestión de procesos, además cuenta con un cuadro de componentes que agrupa a las directrices para identificar los puntos de mayor desempeño de la organización evaluada.

Palabras clave: Análisis componentes principales. Árboles de decisión. Directrices de calidad.



Abstract:

The investigation had purpose of create an evaluation model for quality management systems based on the extended IMAGINE model. This being a management system that incorporates quality variables and corporate social responsibility.

It began with the revision of the guidelines contained in the model; as it had system guidelines such as ISO 9001, EFQM, Lean, Deming Manager, Malcolm Baldrige. As a second step, a selection of guidelines necessary for the evaluation was made, in this the experience of the application of guidelines by the industries of the Austro was considered. Third, the information was processed through the statistical analysis of main components and decision trees to finally formulate the model.

As a result, quality guidelines were obtained, valued as substantial by the companies of the Austro, which were used as input to structure the evaluation model.

The model is governed by 4 guidelines that can predict performance in any company: classifying it as low, medium, and high its process management system, it also has a table of components that groups the guidelines to identify the points of greatest performance of the evaluated organization.

Keywords: Principal Component Analysis. Decision Trees. Quality Guidelines.



Índice

1. Introducción	7
2. Metodología	10
3. Resultados	20
4. Discusiones	34
5. Conclusiones	35
6. Referencias	37
7. Anexos	42



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Yo, Diego Xavier Morocho Namcela en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Generación de un modelo de evaluación con directrices de calidad basado en Análisis de componentes principales y Árboles de clasificación para su integración en el modelo IMAGINE extendido", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 24 de febrero del 2021.

Diego Xavier Morocho Namcela

C.I: 0107194854



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, Diego Xavier Morocho Namcela, autor del trabajo de titulación "Generación de un modelo de evaluación con directrices de calidad basado en Análisis de componentes principales y Árboles de clasificación para su integración en el modelo IMAGINE extendido", certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 24 de febrero del 2021

Diego Xavier Morocho Namcela

C.I: 0107194854



1. Introducción:

Los estudios de Castro Gonzáles, Vázquez Guzmán, & Vega Vilca (2015) afirman que el nivel de competitividad de las empresas ecuatorianas es bajo, tal es el caso que comparando al Ecuador con los países fronterizo como Perú y Colombia; Perú posee una economía más competitiva internacionalmente seguida de Colombia, quedando Ecuador en último lugar.

En la actualidad las organizaciones ecuatorianas se enfrentan a factores tales como; consumidores exigentes y complejos, tecnología cambiante con rapidez, liberación de los mercados internacionales y emergencia de los bloques económicos. (Tobar, 2015) A esto se suma una serie de debilidades como la rigidez productiva, el predominio de criterios gerenciales tradicionales y una mala predisposición para manejar instrumentos de la gerencia moderna.(Campi Mayorga, Font Graupera, & Lazcano Herrera, 2017)

Para remediar estos factores es oportuno adoptar estrategias que permitan mejorar los procesos administrativos y productivos con miras a que sean eficientes. Las empresas que contengan procesos, productos y servicios necesitan incorporar en sus administraciones sistemas de gestión que tomen en cuenta a la calidad de sus productos y sus actividades (Campi Mayorga et al., 2017) con el propósito de mejorar su competitividad.

Los sistemas de gestión son sistemas que incorporan los elementos de la organización en un sistema coherente, que permite el cumplimiento de su propósito y misión, que se focaliza en la satisfacción de las necesidades y expectativas de todas las partes interesadas, tanto como externas como internas de la organización.(Arias Gonzáles, 2014) además un Sistema de Gestión de Calidad SGC se conoce como el instrumento primordial para mejorar los procesos de planeación, control, aseguramiento y mejoramiento en la creación de valor de bienes y servicios con el fin de cumplir con las necesidades y expectativas del cliente.(Hernández Palma, Barrios Parejo, & Martínez Sierra, 2018)

Al incorporar los sistemas de gestión en una organización se tiene como beneficio una sobresaliente dirección de la calidad; desde la fase de diseño hasta el control final del producto terminado, además ayuda a minimizar los defectos, permite reducir costos y asegura una correcta gestión de la información (Bonilla Pastor, 2015). Como apoyo a lo anterior, Bolaños Jijón (2018) afirmó que las compañías que buscan resultados, deben implementar sistemas de gestión que les ayude a alcanzar mejores beneficios. Dos de estos beneficios son una mejora en la gestión de los procesos y la mejora de la calidad mediante el cumplimiento de requerimientos establecidos por los clientes y el mercado.

De manera general en la industria ecuatoriana Monte & Benzaquen (2016) comentaron que el establecimiento de teorías de calidad y SGC benefician al aseguramiento de la competitividad de las



empresas en los mercados nacionales e internacionales. Todas aquellas que implementen dichas herramientas se comprometen con la continuidad y la sostenibilidad de la organización.

En la mayoría de países latinoamericano predominan la presencia de las Pymes como un motor fundamental para el desarrollo; entendiéndose como una Pyme a la agrupación de microempresas, pequeñas y medianas empresas que están clasificadas según el personal en planta, sus activos totales que generan, o al tamaño relativo al sector que pertenecen.(Montoya, Montoya, & Castellanos, 2010)

Para que las pymes del país sean más competitivas Jácome, Arghoty, Gualavisí, & Zambrano (2012) aconsejaron mejorar la productividad mediante la incorporación de estrategias como la economía de escala y la mejora de la calidad en base a estándares internacionales, de manera que se pueda acceder a varios segmentos de mercados, tomando en consideración a la oferta constante y los requisitos por parte de los clientes.

Ahora bien, al implementarse un SGC se considera que es importante mantenerlo y mejorarlo de forma permanente (Portilla Carrillo,2018); integrando los procesos y sus interacciones, tal como lo recomienda la Norma ISO 9001 (2015) en la sección Sistema de Gestión de la Calidad y sus Procesos, apartado (C), en donde dicta que la organización debe determinar, aplicar los criterios y los métodos (seguimiento, medición e indicadores de desempeño) necesarios para la operación eficaz y control de los procesos.

Pastor Fernández & Otero Mateo (2016) sostiene que la integración del SGC ayuda al control de los procesos. Por tanto, se requiere de su mantenimiento en el transcurso del tiempo. Ya que estos sistemas se alinean con los objetivos de la empresa teniendo la opción de mejorar y cambiar en función de las situaciones que se presenten tanto con la interacción de los individuos, el entorno socioeconómico y productivo.

Se puede incluir que los sistemas de gestión de calidad implementados a veces fallan. Para Soracipa Pulido(2009) estos se debe a la carencia de mejoras en la eficacia de los procesos, la falta de sostenibilidad de los sistemas a través del tiempo, la generación de reprocesos y lo primordial la ausencia de mejoras perceptibles para el cliente.

Además otras causas que detallan las fallas en la implementación de SGC son: el diagnóstico de las características de la organización, la planificación en la implementación, el entendimiento de las normas y su implicaciones en el proceso, la formación de las personas, el compromiso por parte de la dirección, adicionalmente no se involucran todos los actores dentro del proceso y se toman otros sistemas particulares adaptándolos sin previo análisis (Soracipa Pulido, 2009).



Del mismo modo es oportuno mencionar que el uso de los Círculos de Calidad PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) en los sistemas y sus procesos, se utilizan muy pocas veces en las empresas con certificación y no se usan en las empresas sin certificación. Sin el uso y seguimiento de los círculos de calidad en los sistemas se pierden el fortalecimiento y la mejora en las empresas (Monte & Benzaquen-, 2016)

Los sistemas de gestión en su mayoría contienen tanto principios como directrices, los principios se entienden como una técnica en la cual las personas involucradas en las operaciones y proceso deben empoderarse de esta preposición (González Ortiz & Arciniegas Ortíz, 2016) mientras que las directrices son lineamientos de adopción y aplicabilidad en las empresas, ofrecen información sobre situaciones concretas para alcanzar resultados. (Montealegre Carvajal & Velandia Molano, 2012; Zamora et al., 2015)

Cabe destacar que los sistemas mejoran y se diversifican con el propósito de adaptarse a los cambios; generan nuevas normas que complementan sus principios, su implementación y también su evaluación. En la evaluación proveen de lineamientos identificados como auditoria proporcionando la posibilidad de identificar los retos y oportunidades que ayudan con el fortalecimiento de los sistemas.(Yáñez & Yáñez, 2012)

Se incluyó oportuno para el desarrollo de la gestión empresarial contar con sistemas de gestión y modelos de evaluación que generen un diagnóstico(Beltrán, Muñuzuri, Rivas, & Martín, 2010)

Tal es el caso que la ISO 9004 fue creada para realizar una evaluación que permita descubrir el desarrollo y madurez de su sistema de gestión de calidad en torno a elementos considerados clave en la 9001; como el enfoque de gestión, estrategia y política, recursos, procesos, seguimiento y medición, mejora, innovación y aprendizaje.(Pérez Mergarejo, Pérez Vergara, & Rodríguez Ruíz, 2014)

Por tal motivo fue necesario determinar una herramienta que evalué los sistemas de gestión de calidad tomando como punto de partida el modelo IMAGINE, ya que este modelo contenía principios y directrices extraídas de otros modelos de gestión.

Con el fin de garantizar una adecuada valoración y empleo de los Sistemas de Gestión de Calidad se optó por realizar una consulta basándose en las experiencias de las empresas; estas pertenecen a similares giros de negocio. Además se tuvo presente las variables asociadas a la aplicación de los sistemas.(González Vilorio, 2011)

Debido a lo anterior, la prioridad fue encontrar los factores claves; en este caso directrices operativas que ayuden a evaluar el uso de los modelos de gestión de calidad, considerando que las directrices de



la etapa 2 del modelo IMAGINE se originaron en base a los modelos de gestión como EFQM, ISO 9001, Malcolm Baldrige, Lean, Gerencial de Deming.

El propósito de la investigación fue contribuir con la creación de un modelo de evaluación que se adapte a las condiciones de las industrias del austro ecuatoriano, definiendo así un modelo de evaluación el cual se complementará con Modelo de gestión para la optimización de procesos y costos en la industria de ensamble (IMAGINE).

La formulación del modelo se realizó mediante una investigación metodología cuantitativa con alcance descriptivo, ya que requirió describir un comportamiento de un grupo de personas (Hernández Sampieri, Fernández Collado, Baptista Lucio, Méndez Valencia, & Mendoza Torres, 2014 p.125), es decir en este caso se realizó una descripción del comportamiento de las compañías frente a la aplicación de directrices de calidad. Se recolectó datos de las industrias de las ciudades de Cuenca y Azogues.

1.1 Objetivos planteados

1.1.1 Objetivos general

- Generación de un modelo de evaluación con directrices de calidad basado en Análisis de componentes principales y Árboles de clasificación para su integración en el modelo IMAGINE extendido.

1.1.2 Objetivos específicos

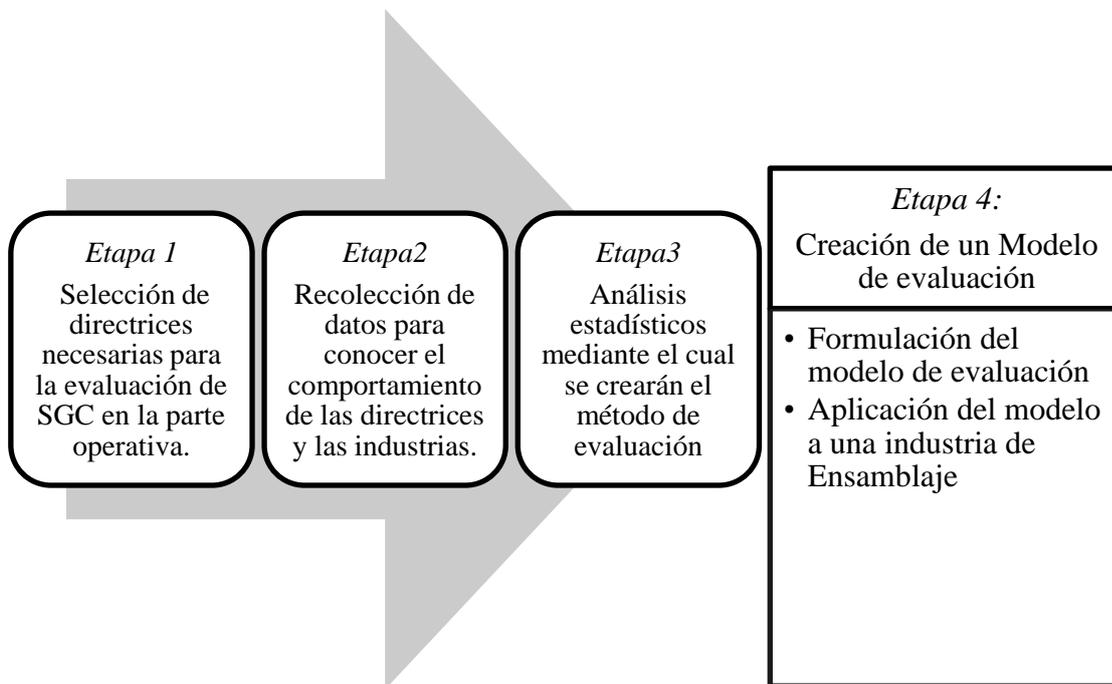
- Determinar las directrices de calidad básicas necesarias para una evaluación a partir de la etapa 2 de la investigación Modelo de Gestión Empresarial IMAGINE.
- Definir las directrices de gestión de calidad mayormente usadas en las industrias del Austro.
- Determinar los componentes para un modelo de evaluación mediante análisis de componentes principales y su evaluación mediante árboles de decisión.
- Generar un modelo de evaluación en una industria de ensamblaje con el apoyo de la revisión de sus procesos de calidad.

2. Metodología:

La investigación se estructuró en base a los lineamientos de Plasencia Soler, Marrero Delgado, Bajo Sanjuán, & Nicado García (2018) seccionando por etapas el trabajo de investigación; teniendo así en la etapa 1 la selección de la directrices operativas de calidad del Modelo IMAGINE, la etapa 2 se expuso la situación de las industrias del austro y el uso de las directrices. En la etapa 3 se agruparon las directrices mediante el método estadístico análisis de componentes principales (ACP) y

se expuso la evaluación de las directrices mediante el método estadístico árboles de clasificación. Para finalmente en la etapa 4 formular y verificar el modelo de evaluación en una industria de ensamblaje. El desarrollo del ensayo de muestra en la ilustración 1.

Ilustración 1. Etapas de la investigación para formulación del modelo de evaluación.



Nota: Secuencia de la investigación. Elaboración propia.

2.1 Primera etapa-Selección de directrices.

El modelo de gestión IMAGINE extendido incorpora variables de calidad y responsabilidad social empresarial al modelo inicial IMAGINE 1.0; que en su inicio busca la optimización de procesos, tiempos y costos, con la finalidad que las empresas consigan una ventaja competitiva dentro del mercado.(Guacho Ayala & Jara Molineros, 2019)

El modelo IMAGINE extendido contiene tanto dimensiones como directrices. Las dimensiones fueron un compendio de todos los principios de los modelos de gestión investigados como la ISO 9001, Six sigma, Lean, EFQM, Malcolm Baldrige y Gerencia de Deming. Los resultados de esta recopilación fueron las dimensiones de: Compromiso de las personas, Liderazgo, Enfoque en el cliente, Enfoque en los procesos, Gestión de las relaciones, Orientación en los resultados, Mejora continua y Toma de decisiones basadas en la evidencia, mientras que las directrices fueron elementos, requisitos, acciones



que se deben cumplir con los principios del sistema, en algunos casos las directrices fueron factores predominantes en las dimensiones. (Guacho Ayala & Jara Molineros, 2019)

Tanto las dimensiones como las directrices se encuentran detalladas en el trabajo “Análisis exploratorio de directrices en la gestión de calidad de procesos como base para su integración en el modelo de gestión empresarial IMAGINE” de Guacho Ayala & Jara Molineros (2019).

Partiendo de las directrices de gestión de calidad del modelo IMAGINE se aplicó el método de toma de decisiones mediante Choosing By Advantage (CBA) revisada por Herrera & Crisóstomo (2018) que tuvo como primer paso identificar alternativas de selección. En este caso se eligió como alternativa de selección todos los procesos vinculados a las operaciones y se realizó una revisión lingüística. Como segundo paso sugiere identificar una valoración de selección, en este sentido se realizó lo aconsejado por Rangel Díaz, Sidorov, & Suárez Guerra (2014) usar una ponderación simple de valores de 0-1.

2.2 Segunda etapa-Recolección de datos.

La recopilación de datos se realizó mediante encuestas debido a que se trata de una investigación cuantitativa descriptiva; se inicia con la construcción de preguntas referentes a las empresas.

En la pregunta giro de negocio se tomó la clasificación de empresas de la Cámara de la Pequeña Industria del Azuay (CAPIA) que agrupa a las pymes en 9 sectores (Sánchez & Pizarro, 2010).

En tamaño y número de trabajadores se tomó en base a la Cámara de Industria de Cuenca y Quito que se refieren al artículo 3 de la Decisión 702 de la CAN (Comunidad Andina) según el personal ocupado e ingresos económicos. Este escrito clasifica en microempresa, pequeña, mediana y gran empresa (Solines Chacón, 2010).

Las preguntas relacionadas con el tiempo de vida de la empresa se colocó intervalos de tiempo de 10 años a cada categoría (Botello Peñaloza, Pedraza Avella, & Contreras Pacheco, 2015)

De manera similar el nivel de gestión empresarial está conformado por el nivel operativo, estratégico y táctico siendo esta una pregunta cerrada en donde se elige una opción establecida (Pimentel de Oliveira Santos, 2020).

Las preguntas relacionadas a los sistemas de gestión de calidad implementados en la organizaciones como ISO, LEAN, Malcolm Baldrige, EFQM, Gerencial de Deming se empleó como preguntas cerradas de si y no, siendo estas dicotómicas.(Pimentel de Oliveira Santos, 2020)



En la consulta de la aplicación de las directrices de gestión de calidad IMAGINE se optó por utilizar la escala de likert, Pimentel de Oliveira Santos (2020) López de Arana Prado & Aramburuzabala Higuera (2020) consideran que el factor menos importante debe ser 0 y 4 el más importante, cabe recalcar que cero indicaba que la directriz no es aplicada en la empresa y cuatro se utiliza siempre.

La población de estudio la conformaba un grupo de Ingenieros Industriales, de donde se pretende conocer su percepción sobre los SGC.

La muestra fue no probabilística y por conveniencia; debido a que este tipo de muestra permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser admitidos en el estudio (Otzen & Manterola, 2017).

Los sujetos de estudio en este caso la muestra fueron 80 personas registradas como graduados en la carrera de Ingeniería Industrial en el periodo 2005-2018 de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca. Se envió a la totalidad, obteniendo 80 respuestas de personas que laboran en las ciudades de Cuenca y Azogues, además los participantes tuvieron pleno conocimientos sobre la aplicación y uso de sistemas de gestión de calidad en las empresas que laboran.

El cuestionario fue enviado a través de correos electrónicos a los encuestados y de esta manera se conoció las realidades del sector industrial.

Las variables utilizadas fueron cuantitativas Villasís Keever & Miranda Novales (2016) resaltan que estas variables son más fáciles en cuanto al tratamiento de su información si se las compara con las variables cualitativas. También aconsejan trabajar con variables ordinales en vez de nominales.

Las variables en el estudio también fueron: tamaño de la empresa, de característica ordinal con valores de 1 a 4 con microempresas, pequeña, mediana y gran empresa. Giro de negocio; nominal donde se distinguieron los grupos de empresas clasificadas por la CAPIA más la sección de otra que indica una categoría de empresa diferente a esta lista. La variable estuvo compuesta por un rango de 1-10.

El tiempo de vida de la empresa, fue ordinal con valores de 1 a 4 que pertenecen a las categorías de 1-10 años hasta llegar a más de 30 años. El nivel de gestión empresarial al que perteneció el encuestado es ordinal, con 1 Estratégico, 2 Táctico, 3 Operativo y 4 Otro para aquellos que no identificaron el nivel de gestión empresarial que pertenecen.

Se tuvo presente que las certificaciones y las acreditaciones constan para mejorar la calidad de las operaciones, por tanto, se creó la categoría otros para conocer las acreditaciones. Se tuvo en claro que las certificaciones son un procedimiento en el cual la empresa, producto, servicio o proceso está acorde con los requerimientos que se comprometió a entender.(Ramos, 2019) Mientras que una



acreditación es el procedimiento donde un organismo habilitado confirma la competencia técnica de una empresa para brindar un servicio o un producto (Ramos, 2019).

El número de trabajadores fue ordinal con 4 categorías la clasificación esta ordenada de manera similar a lo propuesto por Solines Chacón (2010). Las variables que correspondían al uso de los modelos de sistemas de gestión de calidad como ISO entre otros fueron nominales, binarias de 0 y 1 (se usa o no se usa). La asignación de los valores a las categorías se muestra en la tabla 1.

Tabla 1.

Asignación de valores en las variables

<i>Variable</i>	<i>Categorías</i>	<i>Asignación</i>
Giro de negocio	Alimentos y Bebidas	1
	Cuero y Calzado	2
	Industrias Gráficas,	3
	Madera y Corcho	4
	Metalmecánica	5
	Minerales no metálicos	6
	Prendas de vestir	7
	Sustancias Químicas	8
	TIC-Servicios	9
	Otros	10
Tiempo de vida de la empresa	1 a 10 años	1
	De 10 a 20 años	2
	De 20 a 30 años	3
	Más de 30 años	4
Número estimado de trabajadores	1 a 9 personas	1
	10 a 49 personas	2
	50 a 199 personas	3
	más de 200 personas	4

Nota: En cada variable se muestran las categorías y sus valores de selección. Elaboración propia.

El cuestionario de preguntas formuladas se encuentra en Anexos 1 con su respectivo link.

Además, se creó la variable total siendo la suma de los valores de las 22 directrices que tienen un valor de 0 a 4 (escala de Likert) obteniendo como valor mínimo 0 y 88 como máximo.



2.3 Tercera etapa- Análisis estadístico

Los métodos estadísticos análisis de componentes principales y árboles de decisión fueron desarrollados mediante el software SPSS versión 25.

2.3.1 Método de Análisis de Componentes Principales.

Es una técnica estadística de síntesis de la información que permite la reducción del número de variables de los datos originales, buscando primero expresarlo en dimensiones o componentes ortogonales entre sí y segundo logra la mayor representatividad del conjunto de datos (Devicenzi et al., 2015. pg39). Con el Análisis de Componentes Principales (ACP), se intenta descubrir la verdadera dimensionalidad de datos y cuando se determina, las variables originales se remplazan por un número menor de variables conocidas como componentes, sin que ese pierda la información (Yengle Ruiz, 2012).

El principal objetivo del ACP es conservar la mayor cantidad de información, facilitando la comprensión (Murrone & Martínez, 2018). Además evita redundancias y destaca relaciones entre variables para construir variables no observables o indicadores sintéticos (Pérez Grau, 2013).

Restrepo, Posada, & Noguera (2012) mencionan que mediante el método ACP se puede detectar las variables que explican de mejor forma ciertos fenómenos, permitiendo estudiar la relación entre individuos y la interacción que tienen con sus variables.

Los componentes principales se centran en combinaciones lineales de variables originales para las cuales se genera un plano, en donde el ajuste del sistema de puntos posee una mínima suma de las distancias de cada punto al plano de ajuste. El objetivo del modelo estadístico es buscar el eje más largo de la nube que contenga la mayor cantidad de puntos colocado en un espacio de las dimensiones referido a las variables de estudio. Siendo este el eje que explica la mayor variación entre individuos (Restrepo et al., 2012)

Para el análisis estadístico se dispuso de una matriz de n por p variables, siendo X_1, X_2 hasta X_p valores de las desviaciones con respecto a la media; que inicialmente están correlacionadas (de la Fuente Fernández, 2011).

Posteriormente se realizó una aplicación de combinaciones lineales de dichas desviaciones, obtenido así un número igual o menor de nuevas variables incorrelacionadas siendo estas Z_1, Z_2 hasta Z_n ; en donde se exponen la mayor parte de la variabilidad del conjunto de datos acumulados (de la Fuente Fernández, 2011). Las variables incorrelacionadas de las desviaciones muestrales se visualizan en la ecuación 1.

*Ecuación 1. Ecuación matricial para n observaciones muestrales*

$$\begin{bmatrix} Z_{11} \\ Z_{12} \\ \vdots \\ Z_{1n} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & X_{p1} \\ X_{12} & X_{22} & X_{p2} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{1n} & X_{2n} & X_{pn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} U_{11} \\ U_{12} \\ \vdots \\ U_{1n} \end{bmatrix}$$

Nota: Tomada de Análisis Componentes Principales de la Fuente, 2011

En el tratamiento de datos Navazo, Oyhenart, & Dahinte (2019) expresaron que el valor del alfa de Cronbach para las áreas sociales es 0.45, Benzaquen- De las Casas & Pérez Cepeda (2016) recomiendan de 0.7 a 0.8 en áreas técnicas y 0.9 en áreas médicas, estas recomendaciones se asemejan a lo comentado por Quero Virla (2010) que aconseja para el alfa valores superiores al 0.8 para ser tomadas como muy buenas; dado que el alfa expresa el grado con que los ítems miden la misma variable o dominio de tema de estudio.

En el desarrollo del APC se cumplieron los pasos sugeridos por Alarcón Villamil, Gómez Caicedo, & Stellan, (2016): primero se realizó un análisis factorial de tal manera que se tome la máxima variabilidad potencial no acumulada de las variables, en donde se destacó las correlaciones, significancias y comunales. Segundo se realizó una rotación por el método Varimax, tercero se llevó a cabo una interpretación, selección de los factores y se estima la ubicación de cada observación.

Cabe mencionar previo a la extracción de los factores se verificó que la matriz de valoración de las directrices sean factorizables mediante la aplicación de la prueba de Bartlett y el criterio de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) (Bolaños, 2020)

De igual forma en el método ACP la extracción de las comunales se pretendió obtener valores mayores a 0.03; que proporcionen un criterio de calidad de la representación de cada variable. De modo que cada variable totalmente representada tenga de comunalidad valores cercanos a la unidad (de la Fuente Fernández, 2011).

Mayorga Melendez et al. (2020) mencionó que los valores para la correlación pueden presentarse de 1 a 0 o 0 y -1; los valores positivos para correlaciones del mismo comportamiento y negativo de comportamiento inverso (creciente y decreciente). De esta manera identificó las correlaciones surgidas en la matriz de datos.

Además, se empleó el método de rotación Varimax que consigue que cada componente presente altas correlaciones (Restrepo et al., 2012). Además, permite que una matriz factorial inicial de difícil interpretación se transforme en una matriz sencilla y mediante su aplicación se pretendió lograr una mayor contribución de los factores y mayor explicación del fenómeno. (Yengle Ruiz, 2012)



Para la selección de los componentes principales se usó la varianza acumulada ya que mide la cantidad de información que contiene cada componente; es decir cuanto mayor es la varianza acumulada mayor información contiene. Conociendo esta razón se seleccionaron los componentes de manera grupal con mayor varianza, todos aquellos que se acercan a 1 y se descartaron todas las menores que no aportan un valor significativo en la varianza acumulada. (de la Fuente Fernández, 2011 pg1)

Se seleccionaron los componentes individuales que contengan valores superiores a 0.5 en relación con sus factores y además contengan 3 o más factores superiores a esta cifra. Cabe mencionar que el componente que posee más de tres factores y cumplen con las características mencionadas tal componente se conocerá como el componente que describa mejor el estudio (Mayorga Melendez et al., 2020)

2.3.2 Método estadístico Árboles de decisión

De las herramientas disponibles en minería de datos se tiene aquellas de descubrimiento del conocimiento, en este grupo se encuentran los algoritmos de árboles de decisión, siendo una de las principales herramientas predictivas que ayudan a determinar los atributos de mayor incidencia en una decisión positiva o negativa; entregan un árbol y presenta reglas que guían al destinatario sobre cómo obtener una decisión. La heurística principal es buscar el mejor atributo para ubicarlo en la raíz del árbol. (Chávez, Santa, Mora Veloza, & Arias Montoya, 2013)

Los árboles de decisión permiten elegir la decisión más certera en función del análisis probabilístico de posibles escenarios. Se presentan de forma gráfica exponiendo los hechos que pueden surgir a partir de la resolución de un evento tomado como cierto.(Berlanga Silvente, Rubio Hurtado, & Vila Baños, 2013)

Los resultados visualizan grupos y subgrupos relacionados que no se podrían descubrir con otras herramientas estadísticas. Los árboles establecen un modelo de clasificación apoyados en diagramas de flujo, clasifican casos en grupos, pronostican valores de una variable dependiente (criterio) basada en valores de variables independientes(predictoras) (Berlanga Silvente et al., 2013).

En el árbol de decisión cada nodo ejecuta una prueba sobre una o varias características, una rama es la salida de evaluación de dicha prueba y los nodos hojas muestran la clasificación final. Cuando se examinan características numéricas se evalúa si la característica contiene un valor menor, igual o mayor. Para catalogar un ejemplo desconocido, se evalúa desde el nodo raíz hasta el nodo hoja terminal determinando que clase pertenece dicho ejemplo.(Mazo & Bedoya, 2010)



El nodo raíz se localiza en lo más alto del gráfico de árbol y contiene ramas salientes. Este representa el criterio de clasificación de todos los datos del estudio. Los nodos intermedios involucran el testeo de un atributo específico para determinar cuál es el próximo nodo, pudiendo estos tener ramas salientes para padres y ramas entrantes hijos. Un nodo intermedio puede ser ambos. Los nodos terminales son la asignación de la predicción en las últimas instancias que alcanza el modelo. (Díez de los Ríos Mesa, 2019 p45)

En el estudio se aplicó la metodología basada en el algoritmo CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector-Detección automática de interacciones mediante Chi-cuadrado)técnica estadística de segmentación que generó un árbol de reglas; es decir especificó los distintos segmentos los cuales se dividió la muestra en relación a la variable dependiente. (Caro, Guardiola, & Ortiz, 2018)

De acuerdo con Caro et al., (2018) CHAID permite determinar una variable global, lo que es deseable y no es muy posible con otras técnicas de segmentación. Además, la agrupación se realiza mediante la clasificación por segmentación, posibilitando ejecutar el análisis de forma sencilla mediante el uso de reglas intuitivas, algo que no siempre ocurre con otros algoritmos. En adición CHAID es un herramienta no binaria, es decir es capaz de construir más de dos divisiones de los datos de acuerdo a las categorías a explicar en cada nodo.

El algoritmo parte del clasificador de Naive Bayes. Donde Bayes es un clasificador estadístico que predice la clase de pertenencia de un ejemplo tomado como X. En donde la probabilidad de que el ejemplo X pertenece a una clase en particular inicia con los supuestos efectos de un atributo son independientes de los valores de los otros atributos. Teniendo así X un conjunto formado por $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$, el ejemplo que se desea determinar la clase C de pertenencia. Siendo H alguna hipótesis en donde la probabilidad de que la hipótesis sostenida da al ejemplo X. El teorema de Bayes proporciona el algoritmo eficiente para calcular esta probabilidad de $P(H/X)$ (Suca, Córdova, Condori, Cayra, & Sulla, 2013) mediante la fórmula matemática presentada en la ecuación 2.

Ecuación 2. Clasificación de ejemplo X a mayor valor de probabilidad de la clase C

$$P(H/X) = \frac{P(X/H)P(H)}{X(H)}$$

Fuente: Tomada de Comparación de algoritmos de clasificación para la predicción de casos de obesidad infantil. Suca, Córdova, Condori, Cayra, & Sulla, 2013

Previo al algoritmo CHAID de árboles de decisión se realizó un análisis descriptivo de la variable total con el fin de crear la variable dependiente Nivel de gestión.



El nivel de gestión clasificó con Bajo-Medio-Alto a las empresas siguiendo los valores expuestos en el análisis descriptivo de la variable total, con puntos de corte de la suma y resta de valores de la media con la desviación estándar (Tabla 2).

Teniendo así los siguientes niveles: bajo de 0-45, medio de 46-80, y alto de 80-88 puntos.

Tabla 2.

Recuento de las empresas según la variable Nivel de gestión

Nivel de SGC	Recuento
Bajo	10
Medio	49
Alto	13
Total	72

Nota: Clasificación de las empresas encuestadas según puntajes obtenidos en la variable total. Elaboración propia.

De esta manera se procedió a ejecutar el algoritmo árbol de decisión con el método de crecimiento CHAID, la variable dependiente es el Nivel de gestión y las variables independientes son las 22 directrices de calidad. Es necesario conocer que 8 de las 80 empresas encuestadas no contestaron todas las directrices siendo estas excluidas.

Para la estimación del modelo se tomó como 10 casos mínimos para los nodos padres y 5 casos mínimos para hijo. De tal manera que 5 empresas que cumplan con el criterio de selección pueden predecir a 10 empresas del conjunto.

No se realizó una comprobación del modelo CHAID (Detección automática de interacciones mediante Chi-cuadrado) debido a que esta acción requiere más de 100 datos.

2.4 Cuarta etapa- Creación y aplicación del modelo.

La formulación del modelo de evaluación se realizó de manera que sea entendible, legible y se emplee los conceptos estadísticos encontrados en el modelo de gestión. Se ejecutó como parte final una inspección y posterior aprobación de la formulación.(Huertas López, Suarez García, Salgado Cruz, Jadán Rodríguez, & Jiménez Valero, 2020)

Como revisión del método se realizó la aplicación a una empresa para su evaluación. La evaluación se realizó de manera interna y externa; de manera interna mediante el personal a cargo y el proceso de evaluación externa se realizó por el autor del trabajo; entendiéndose esta última como evaluación de referencia. La evaluación de referencia o externa es útil para la homogeneización y apoyo de criterios de los evaluadores internos. (Beltrán et al., 2010)



La organización evaluada fue una Pymes, ubicada en la ciudad de Cuenca teniendo como actividad productiva el ensamblaje electrónico de tarjetas. La evaluación se realizó con la participación del jefe de planta; el cual completó el cuestionario de directrices de SGC IMAGINE y de esta manera se conoció la situación de la fábrica.

3. Resultados

3.1 Primera etapa - Selección de directrices.

Las directrices de calidad establecidas en el trabajo de Guacho Ayala & Jara Molineros (2019) “Análisis exploratorio de directrices en la gestión de calidad de procesos como base para su integración en el modelo de gestión empresarial IMAGINE” fueron 76 directrices. Se seleccionó las directrices pertenecientes al área operativa, es decir los procesos operativos, operativos-estratégicos y operativos-apoyo, luego se realizó una revisión lingüística con el fin de reducir el número de directrices obteniendo como resultado 26 directrices.

De manera seguida se aplicó el segundo criterio; una depuración mediante ponderación simple sugerida por López de Arana Prado & Aramburuzabala Higuera (2020) recalando que valores de 0 para no importantes y 1 para temas importantes. Las consultas se realizaron a un panel de experto miembros del grupo de investigación IMAGINE por correo electrónico.

En la valoración además se permitió formular con claridad y relevancia cada directriz. Al finalizar se obtuvo 22 directrices que sobresalieron (Tabla 3).



Tabla 3.

Directrices de gestión de calidad operativa IMAGINE

Identificación de procesos clave
Identificación de errores
Identificación de pérdidas de tiempo
Diseño de los procesos en base a las necesidades del cliente interno
Procesos gestionados en base a la cadena de suministro
Cumplimiento de requerimientos legales de materia prima.
Cumplimiento de requerimientos legales de productos en proceso.
Cumplimientos de requerimientos legales de productos terminados.
Gestión eficiente de los recursos en los procesos
Definir los procesos que aseguren los parámetros de calidad del producto
Creación de procesos orientados a la ejecución de garantías.
Establecer responsables en los respectivos procesos.
Cumplimiento de los tiempos de producción planificados
Uso de indicadores para medir el desempeño de los procesos
Evaluación de datos como información para mejoras.
Estadística de los procesos
Análisis de resultados para mejora de los procesos
Estandarización de los procesos
Análisis de información que integra los costos de calidad
Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos
Uso de tecnología para mejora de proceso
<u>Uso de la innovación para mejora de los procesos</u>

Nota: Directrices adaptadas del trabajo “Análisis exploratorio de directrices en la gestión de calidad de procesos como base para su integración en el modelo de gestión empresarial IMAGINE de Guacho Ayala & Jara Molineros (2019).

Las directrices resultado fueron tomadas como insumo para el cuestionario que permitió evaluar su aplicación en la industria.

3.2 Segunda etapa-Recolección de datos.

Se obtuvo 80 empresas que participaron en la investigación, de ellas 42 pertenecen a la mediana empresa mientras que 6, 13 y 19 corresponden a las microempresas, pequeña y gran empresa respectivamente.

Las organizaciones que predominaron en el estudio realizan actividades productivas diferentes a la clasificación de giro de negocio de la CAPIA. La categoría otros, que no se menciona en la CAPIA posee mayor número de empresas, esto se evidencia en la tabla 4:



Tabla 4.

Clasificación de empresas participantes según su actividad

Giro de negocio	Conteo
Otros	37
Prendas de vestir	11
Alimentos y bebidas	10
Metalmecánica	8
TIC-Servicios	6
Madera y Corcho	3
Cuero y calzado	2
Industrias Gráficas	1
Minerales no metálicos	1
Sustancias químicas	1

Nota: Predominio de la categoría Otros frente al resto de categorías contemplada en la Cámara de Industria de Azuay (CAPIA). Elaboración por parte del autor.

La categoría otros con 37 empresas estuvo compuesta por 8 de manufactura, 2 de ensamblaje, 2 de construcción, 2 de línea blanca, mientras que las restantes realizaban actividades tales como; energía, cerámica, cemento y derivados, automotriz, diseño avanzado de materiales y piezas, fabricación de bloques y postes, entre otros. Además, se tuvo 2 encuestas sin su descripción.

El tiempo de vida de las empresas con más de 30 años tuvo una presencia del 54%, aquellas que tiene hasta 10 años de funcionamiento el 24%. Las empresas de 10 a 20 años y de 20 a 30 años el 14 y 9 % de participación respectivamente.

El 81% de las empresas es decir 65 de ellas cuentan con sistemas de gestión de calidad ya sean estos ISO 9001, LEAN, EFQM o Gerencia de Deming, cabe mencionar que estas pueden tener sistemas de gestión de calidad solo ISO o complementarla con LEAN entre otras.

El SGC de Malcolm Baldrige no fue implementado en ninguna empresa encuestada.

De las 15 empresas faltantes se apreció que 2 tienen acreditaciones de BPM (Buenas Prácticas de Manufactura), 1 tiene acreditación de Calidad de los procesos, y las otras tienen acreditaciones como FSSC 22000, IATF, IATF 16949, IATF 16949 TUV, también poseen acreditaciones INEN, Mucho Mejor Ecuador.

Por otro lado, se detectó que 6 empresas no cuentan con sistema de gestión de calidad ni acreditación.

Al agrupar las empresas que cuenta con certificación de SGC y acreditación se observó que el 93% de las organizaciones tiene formas de buscar la calidad del producto o servicio que ofertan.



Así mismo existieron 29 personas que pertenecen al nivel operativo de las personas encargadas en responder a la investigación siendo esto el 36% de la totalidad. El nivel estratégico le siguió con 27, el nivel táctico con 21 y otros con 3 que no reconocieron el nivel que pertenecían, sus porcentajes fueron 34, 26 y 4 %. Lo que indica que se enmarcó una correcta dirección en la consulta debido a que directrices fueron dirigidas al nivel operativo o personal que laboren en los proceso de producción.

En el tratamiento estadístico se priorizó la moda a las otras medidas estadísticas. La moda permitió conserva valores perdidos y se ajusta a las variables discretas como es el caso de la escala Likert (Jornet, Gonzáles, & Perenales, 2012).

Con relación al uso de las directrices de gestión de calidad IMAGINE se obtuvo el siguiente comportamiento (Tabla 5):

Tabla 5.

Directrices de gestión de calidad IMAGINE y su valoración en la industria del austro.

Directrices de calidad de procesos IMAGINE	Moda	Desviación
Identificación de procesos clave	4	1,24
Identificación de pérdidas de tiempo	4	1,30
Diseño de los procesos en base a las necesidades del cliente interno	4	1,17
Cumplimiento de requerimientos legales de materia prima.	4	1,12
Cumplimiento de requerimientos legales de productos en proceso.	4	1,13
Cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados.	4	1,03
Definir los procesos que aseguren los parámetros de calidad del producto	4	1,11
Creación de procesos orientados a la ejecución de garantías.	4	1,16
Establecer responsables en los respectivos procesos.	4	1,11
Uso de indicadores para medir el desempeño de los procesos	4	1,18
Evaluación de datos como información para mejoras.	4	1,04
Estadística de los procesos	4	1,20
Análisis de resultados para mejora de los procesos	4	1,07
Estandarización de los procesos	4	1,04
Análisis de información que integra los costos de calidad	4	1,32
Uso de tecnología para mejora de procesos	4	1,32
Identificación de errores	3	1,05
Procesos gestionados en base a la cadena de suministro	3	1,31
Gestión eficiente de los recursos en los procesos	3	1,05
Cumplimiento de los tiempos de producción planificados	3	1,10
Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos	3	1,18
Uso de la innovación para mejora de los procesos	2	1,15



Nota: Elaboración por parte del autor.

Se agruparon las directrices en función de la aplicación e importancia para las empresas del austro en tres grupos; el primer grupo está compuesto por directrices con moda de 4 y se las identificó como *necesarias* en los SGC de los procesos, el segundo grupo de directrices con puntuación de 3 fueron establecidas como *suficientes* de segunda importancia y el último grupo valoradas con 2 se consideraron de tercer orden o también identificadas como *no importantes*.

Con relación a las desviaciones de las directrices se encontró que Cumplimientos de requerimientos legales de productos terminados tiene un valor de 1.03, para la Evaluación de datos como información para mejoras el 1.04 y Estandarización de los procesos contiene un 1.04; siendo estos valores bajos. Esto indicó que existe un mayor acuerdo en sus valoraciones según los encuestados .

En adición se observó que el 61% de las empresas encuestadas utilizan todas las directrices en sus procesos de calidad.

3.3 Tercera etapa-Análisis estadístico

El procesamiento de los datos se realizó mediante el software SPSS donde se consiguió un alfa de Cronbach de 0.950 de los 22 elementos, lo que significa que existe una alta fiabilidad del estudio, además este valor se ajustó a lo recomendado por Quero Virla, 2010. El alfa mide el abordaje de las variables con respecto al tema de estudio. Por lo tanto, se evidencia que los ítems en este caso las directrices fueron pertinentes para medir la gestión de la calidad.

En las correlaciones los valores encontrados van de 1 a 0.21 por lo que las correlaciones mantienen comportamientos similares, en decir crecen cuando una variable también crece, en este caso cuando fueron mejor valoradas crecen con altas puntuaciones. (Campi Mayorga et al., 2017)

Las tablas de correlaciones y significancias se encuentran en Anexos 2 y 3.

Se realizó las pruebas de Kaiser Meyer Olkin y Bartlett (Tabla 6) consiguiendo un valor inferior 0.05 en la prueba de Bartlett Sig.(p-valor), afirmando que fue posible aplicar el análisis factorial y el valor para Kaiser superior al 0.8, por tanto, se aseguró que existe una notable relación entre coeficientes de correlación de las variables. (Benavente,2015)

Tabla 6. Pruebas estadísticas previa a la extracción de componentes principales

Prueba de KMO y Bartlett		
Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo		0,862
Prueba de esfericidad de Bartlett	Sig.	5,097E-141

Nota: Elaboración por parte del autor.



De tal manera al ejecutar las pruebas estadísticas se afirmó que existe correlación entre las variables y fue posible realizar un análisis de factorial en la base de datos.

Los valores de las comunidades hallados tienen una media de 0.706 mientras que el valor más bajo es de 0.538, cumpliendo con el requisito expuesto por (de la Fuente Fernández, 2011); por tanto, las directrices son pertinentes para el tema de sistemas de gestión de calidad. La tabla de las extracciones de comunales se encuentra en Anexo 4.

La selección de los componentes se realizó en función de la varianza acumulada, prestando una principal atención a los valores cercanos al 1 o al 100% en la suma de cargas de la extracción (Tabla 7).

De tal manera las directrices fueron agrupadas en cinco componentes nombradas como: Información para toma de decisiones, Calidad Intangible, Medición, Identificación y Diseño de procesos que conjuntamente explican el 74.92% de la variabilidad de las directrices de calidad.

Tabla 7.

Varianza total explicada.

Componente	Autovalores iniciales	
	% de varianza	% acumulado
1	49,253	49,253
2	8,936	58,189
3	6,985	65,174
4	5,023	70,198
5	4,732	74,929

Nota: Porcentajes de varianza individual y acumulada de los 5 componentes principales elegido en el estudio. Elaboración propia.

Se realizó la rotación Varimax evidenciando que determinadas directrices contienen altas correlaciones con varios componente en específico, como se observa en la siguiente ilustración 2:



Ilustración 2.

Resumen de matriz de componentes rotadas con 9 interacciones.

Directrices vinculadas al Componente	Componente				
	1	2	3	4	5
Uso de tecnología para mejora de procesos	0,75	0,14	0,11	0,05	0,19
Análisis de información que integre a los costos de calidad	0,72	0,16	0,20	-0,03	0,13
Estandarización de los procesos	0,71	0,04	0,22	0,26	0,03
Uso de la innovación para mejora de los procesos	0,66	0,08	0,11	0,25	0,14
Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos	0,60	-0,04	0,31	0,19	0,45
Cumplimiento de requerimientos legales de productos en proceso.	0,15	0,89	0,11	0,10	0,05
Cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados.	0,01	0,83	0,15	-0,13	0,18
Cumplimiento de requerimientos legales de materia prima.	-0,05	0,73	0,18	0,32	-0,03
Definir los procesos que aseguren los parámetros de calidad del producto	0,43	0,65	0,09	0,03	0,30
Gestión eficiente de los recursos en los procesos	0,49	0,56	0,09	0,34	0,01
Uso de indicadores para medir el desempeño de los procesos	0,26	0,23	0,81	0,06	0,17
Evaluación de datos como información para mejoras.	0,36	0,22	0,79	0,17	-0,02
Estadística de los procesos	0,50	0,07	0,73	0,07	0,11
Análisis de resultados para mejora de los procesos	0,54	0,13	0,68	0,11	0,03
Cumplimiento de los tiempos de producción planificados	-0,16	0,08	0,66	0,25	0,21
Identificación de errores	0,01	0,18	0,14	0,80	0,21
Identificación de procesos clave	0,17	0,04	0,16	0,74	0,25
Identificación de pérdidas de tiempo	0,35	0,29	0,11	0,68	-0,28
Procesos gestionados en base a la cadena de suministro	0,28	-0,08	0,15	0,61	0,40
Diseño de los procesos en base a las necesidades del cliente interno	0,32	0,00	0,13	0,35	0,71
Creación de procesos orientados a la ejecución de garantías.	0,28	0,43	0,06	0,06	0,67
Establecer responsables en los respectivos procesos.	0,04	0,42	0,32	0,26	0,62

Nota: Los componentes 1,2,3 agrupan 5 directrices mientras que el 4 agrupa a 4 directrices y el componente 5 agrupa a solo 3. Elaboración por parte del autor.

El Componente 1 “Información para toma de decisiones” con un 49.25% de variación de los datos, agrupó las directrices de Uso de tecnología para mejora de procesos hasta Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos.

El componente 2 “Calidad Intangible” reunió las directrices de Cumplimiento de requerimiento legales de productos en proceso hasta la Gestión eficiente de los recursos en los procesos, que recoge el 8.93% de la varianza total.

El componente 3 “Medición” que cuenta con el 6.98% de la variabilidad. Agrupó las directrices: Uso de indicadores para medir el desempeño de los procesos al Cumplimiento de los tiempos de producción planificados.

La cuarta componente “Identificación” reunió las directrices de Identificación de errores hasta llegar a los Procesos gestionados en base a la cadena de suministro.

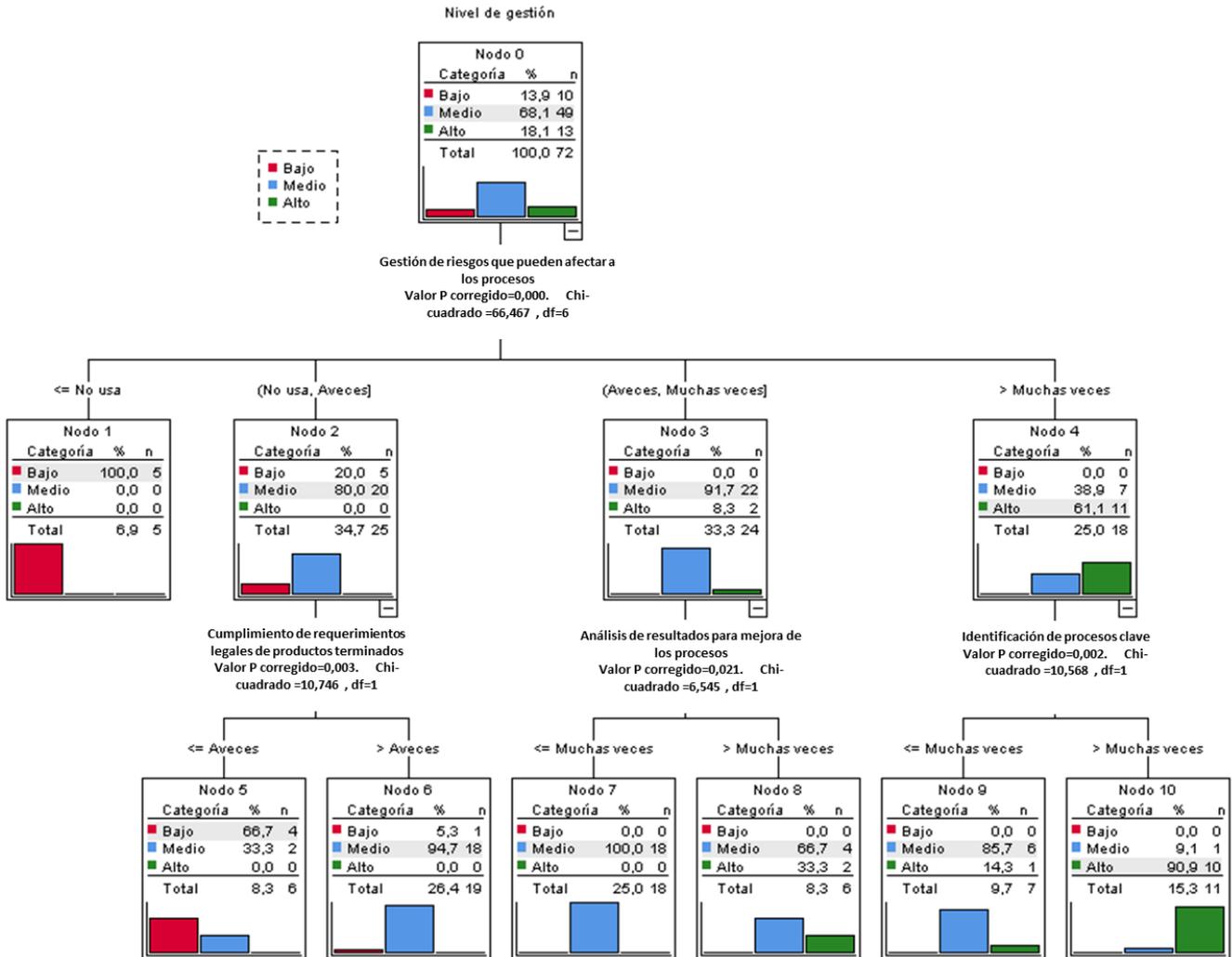


Finalmente, el quinto componente “Diseño de procesos” fue asociada a las directrices de Diseño de los procesos en base a las necesidades del cliente interno llegando a la directriz final Establecer responsables en los respectivos procesos con un 4.73% de varianza total.

De la misma forma se realizó el análisis estadístico mediante el algoritmo CHAID de árboles de decisión en el software SPSS versión 25. Obteniendo un gráfico de predicción de los niveles de gestión en base a 4 directrices de las 22. El gráfico contiene 11 nodos, con 6 nodos terminales de 3 niveles y está regido por las directrices; Gestión de riesgos que pueden afectar los procesos, Cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados, Análisis de resultados para mejora de los procesos, Identificación de procesos clave (Ilustración 3).

Ilustración 3.

Árbol de decisión para Nivel de gestión.



La interpretación del árbol se realizará de la siguiente manera:

El nivel de gestión de calidad alto es muy probable que ocurra cuándo las personas encuestadas contesten que usan muchas veces o siempre la directriz *Identificación de procesos clave* y también muchas veces o siempre usan la *Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos*.

El nivel de gestión de calidad medio puede ser respondido posiblemente con muchas veces se usa el *Análisis de resultados para mejora de los procesos* y a veces y muchas veces se usa la *Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos*.

El nivel de gestión de calidad baja puede ser contestado con el término de a veces en la directriz *Cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados* además no deben usar *Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos*.



Al contrastar la clasificación de las empresas mediante el recuento de la variable Nivel de Gestión y el algoritmo de árboles de decisión se evidenció que los resultados se diferencian teniendo así: 10 empresas clasificadas con un nivel de gestión de calidad bajo, el modelo en base a las directrices de calidad predijo 9 que estaban en este nivel y tomo una del nivel medio. El nivel medio que contaba con 49 datos 46 coincidieron y 2 fueron tomadas del nivel bajo y 1 del nivel alto. El nivel de calidad alto que contaba con 13 datos, el modelo evaluó y mostro 10 empresas que coincidían y 3 fueron tomadas del nivel medio (Tabla 8).

Tabla 8.

Resumen de Clasificación de Nivel de gestión.

Observado	Pronosticado			Porcentaje correcto
	Bajo	Medio	Alto	
Bajo (10)	9	1	0	90,0%
Medio (49)	2	46	1	93,9%
Alto (13)	0	3	10	76,9%

Nota: Elaboración propia.

Como efecto de lo anterior el modelo clasificó correctamente el 90% de empresas de nivel bajo, el 93.3% de empresas de nivel medio y 76.9% de empresas de nivel alto. De manera general el modelo pronosticó el nivel de gestión de calidad en base a los procesos de la empresa con un 90.3% de precisión.

3.4 Cuarta etapa-Creación y aplicación del modelo.

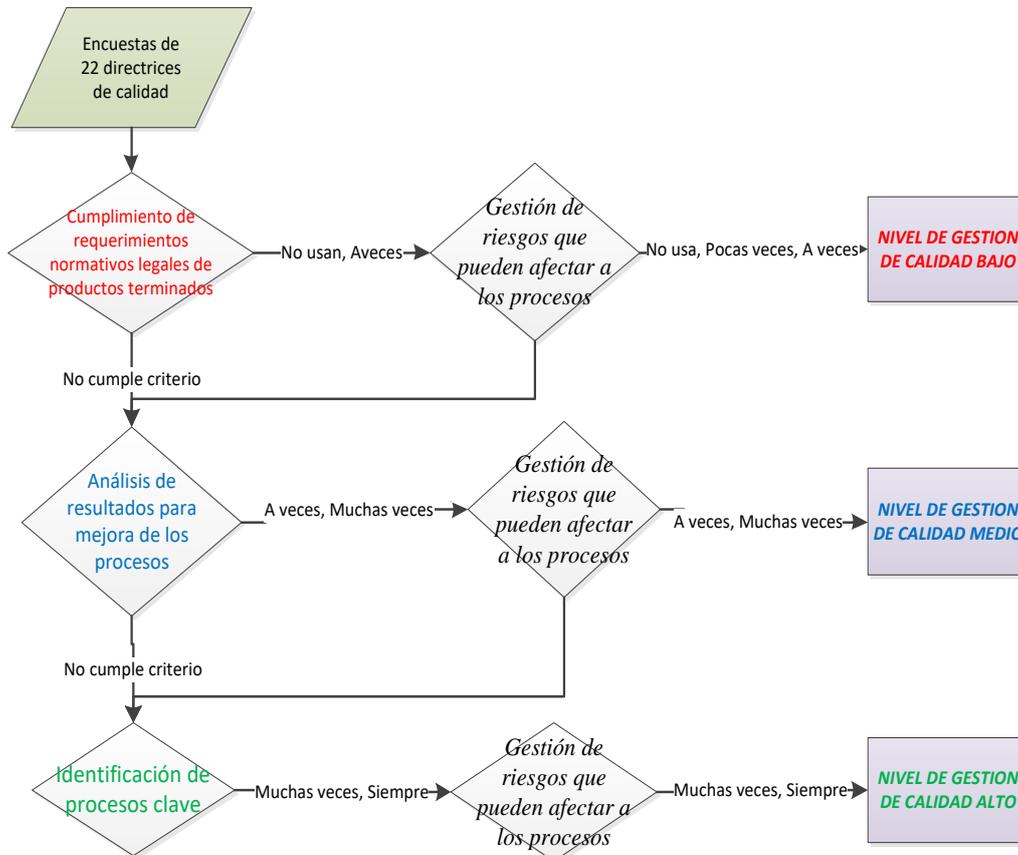
Se propuso como modelo de evaluación de calidad la aplicación del diagrama de decisión de SGC y Cuadro de componentes. El diagrama mostrará el nivel de gestión de calidad de la empresa evaluada y el cuadro de componentes ayudará a diagnosticar los puntos fuertes y débiles de la empresa, se adiciona la gráfica de distribución de total que comprueba el nivel de gestión de la empresa.

El proceso de evaluación iniciará al contestar la encuesta sobre la aplicación de directrices de Calidad Anexo 1; en donde se valoran las 22 directrices por parte de la organización.

Luego se concentrará en las directrices de *Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos, Cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados, Análisis de resultados para mejora de los procesos, Identificación de procesos clave*. Estas directrices serán los criterios de selección al aplicar el Diagrama de decisión de niveles de gestión de calidad (Ilustración 4).

Ilustración 4.

Diagrama de decisión de Niveles de Gestión de Calidad.



Nota: Elaboración propia.

Más adelante se colocarán los valores obtenidos de cada directriz en el Cuadro de Componentes, con el propósito de sumarlos y conocer la calificación de la organización por componentes; esta actividad se observa en la ilustración 5. Si se acerca al valor máximo de la componente se calificará con un buen desempeño, mientras que si este se aleja se deberán hacer recomendaciones.

De la misma forma, en este paso se realiza la suma de todos los valores de las directrices. El puntaje obtenido se colocará en el gráfico de distribución de la variable total en la ilustración 6 que confirma el nivel de gestión de calidad con que cuenta la empresa.



Ilustración 5.

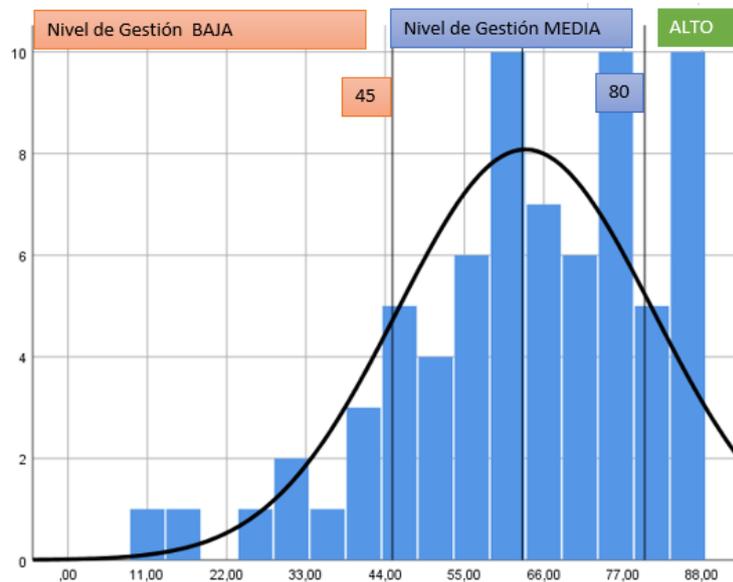
Evaluación mediante Cuadro de Componentes.

Componente	Directrices de gestión de calidad	Puntaje	Calificación Componente	Recomendaciones para subir de puntaje
Información para la toma de decisiones	Uso de tecnología para mejora de procesos		0/20	
	Análisis de información que integre a los costos de calidad			
	Estandarización de los procesos			
	Uso de la innovación para mejora de los procesos			
	Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos			
Identificación	Identificación de errores		0/16	
	Identificación de procesos clave			
	Identificación de pérdidas de tiempo			
	Procesos gestionados en base a la cadena de suministro			
Medición	Uso de indicadores para medir el desempeño de los procesos		0/20	
	Evaluación de datos como información para mejoras.			
	Estadística de los procesos			
	Análisis de resultados para mejora de los procesos			
	Cumplimiento de los tiempos de producción planificados			
Calidad intangible	Cumplimiento de requerimientos legales de productos en proceso.		0/20	
	Cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados.			
	Cumplimiento de requerimientos legales de materia prima.			
	Definir los procesos que aseguren los parámetros de calidad del producto			
	Gestión eficiente de los recursos en los procesos			
Diseño de procesos	Diseño de los procesos en base a las necesidades del cliente interno		/12	
	Creación de procesos orientados a la ejecución de garantías.			
	Establecer responsables en los respectivos procesos.			
SUMARIA TOTAL		0	/88	

Nota: La escala del puntaje de la directriz es de tipo Likert. Elaboración propia.

Ilustración 6.

Gráfico de distribución de total (Clasificación de SGC)



Nota: Elaboración propia.



El procedimiento de evaluación del modelo IMAGINE se describe a continuación:

- Se inicia con la aplicación de la encuesta de directrices de calidad. Esta encuesta debe ser contestada por parte un miembro de la organización (jefe de planta, gerente de producción, supervisor de producción) que pertenezca al proceso operativo y tenga conocimientos en los sistemas de gestión de calidad.
- Levantar la información con respecto a los procesos y procedimientos que velan por el cumplimiento de la calidad, en esta etapa se requiere del apoyo de un delegado (jefe de planta, gerente de producción, supervisor de producción) del proceso operativo. Este paso tiene como fin vincular los procesos y actividades a las directrices
- Se procede con el análisis de datos por parte del auditor; iniciando por la aplicación del Diagrama de decisión de Niveles de Gestión, se sigue la secuencia y se analiza los criterios de cumplimiento con el fin de conocer el nivel de gestión de calidad de la empresa.
- Completar la Evaluación de componentes con los valores obtenidos en cada directriz y se identifican los componentes con menor y mayor puntuación. Todos aquellos elementos de baja puntuación se deben emitir propuestas de cambio para realizar mejoras y subir de nivel de gestión de calidad operativa.
- Realizar una sumatoria general de las directrices y se coloca su puntuación en la Gráfica de distribución de total a manera de conocer su clasificación según relación con las otras industrias.

En los anexos 5 y 6 se encuentra la caracterización del proceso de evaluación del modelo y el diagrama de flujo del proceso de evaluación.

De esta manera el modelo se puede aplicar a cualquier empresa de diferentes giros de negocio en la ciudad de Cuenca y Azogues teniendo mayor certeza de la predicción en medianas empresas.

El modelo obtuvo una precisión del 90.3% de certeza y un nivel de error del 9.7% de manera global para predecir pequeñas, medianas y grandes empresas.

Como revisión del modelo se aplicó una evaluación a una industria de ensamblaje.

La encuesta fue completada por el jefe de planta, indicando que la empresa está clasificada como pequeña, su actividad productiva está enfocada al ensamblaje de tarjetas electrónicas.

En esta laboran 10 personas, el tiempo de vida es de alrededor de los 10 a 20 años. Además, la fábrica tuvo implementada un manual de calidad en base al sistema de gestión la ISO 9001:2015, al mismo tiempo se expresó que el sistema lo comparte con otra empresa ensambladora que pertenece al mismo grupo financiero.



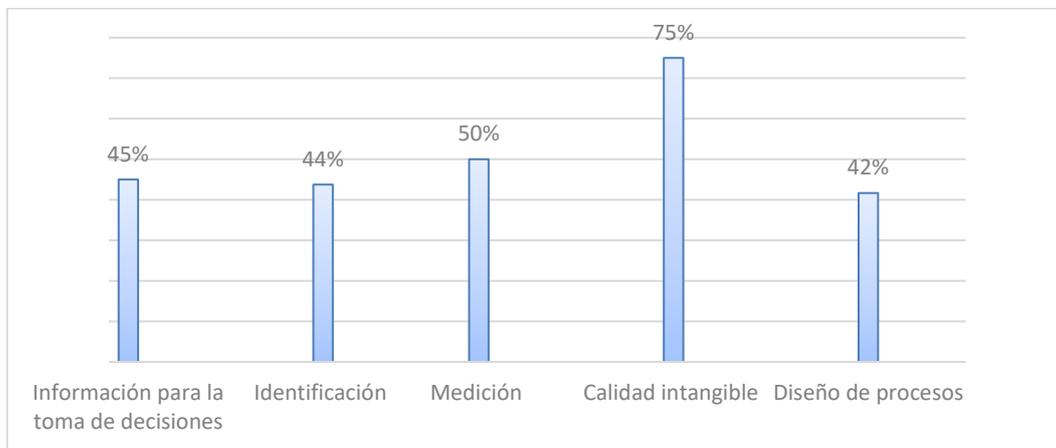
Se aplicó el diagrama de Decisión y se encontró que la directriz “Análisis de resultados para mejora de los procesos” encajó con el criterio de selección y siguiendo con el diagrama se encontró que a veces usan la directriz “Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos”.

Por tal motivo como resultado preliminar la empresa ensambladora se clasificó con un NIVEL DE GESTIÓN DE CALIDAD MEDIO.

La evaluación de componentes indicó que el punto más alto de la empresa ensambladora fue la calidad intangible ya que las materias primas, productos terminados y los proceso siguen y cumplen normas asegurando la calidad (Ilustración 7).

Ilustración 7.

Porcentaje de cumplimientos de componentes de empresa evaluada.



Sin embargo, la componente diseño de procesos obtuvo el menor puntaje con un 42% de cumplimiento. En la recopilación de la información de los procesos la empresa comunicó que este tema que deben mejorar ya que el diseño de los procesos no se realiza en base a las necesidades, ni tampoco se tiene asignados los dueños de los procesos.

Continuando con el proceso, se realizó la suma del total de las variables donde se consiguió como resultado un valor de 46 sobre 88 puntos posibles, al visualizar este puntaje en el gráfico de distribución del total; se ratificó que le empresa posee un nivel de gestión de calidad MEDIO.

Para concluir con la evaluación se ejecutó la revisión de los procesos y procedimientos; en donde se confirma que las directrices como: Uso de tecnología para mejora de proceso está relacionada con los procesos de mantenimientos y actualización de software de las máquinas. El uso de la innovación para mejora de los procesos se realiza mediante las capacitaciones en electrostática ESD y normas IPC de soldadura y retrabajo. El cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados se aseguran al probar las funciones eléctricas y especificaciones al final de la línea de ensamblaje. El cumplimiento de requerimientos legales de materia prima se cumplen con la revisión de los



componentes electrónicos en buen estado y con el empaquetado certificado. El cumplimiento de requerimientos legales de productos en proceso se lleva a cabo mediante la inspección de colocación de pasta y suelda de componentes. Se definen los procesos que aseguran los parámetros de calidad mediante el control de estática en las estaciones de trabajo, el tratamiento de pisos y control de equipo de protección ESD.

4. Discusiones

En la investigación se observó la participaron el 53% de medianas empresas lo que significa que más de la mitad de egresados de los periodos de 2005-2018 laboran en empresas de este tipo. Se recomienda ampliar el marco de estudio a no solo profesionales de ingeniería industrial también se debe adicionar al estudio a ingenieros químicos, de producción, de calidad, es decir experto en calidad y aplicación de SGC.

Existieron 16 de las 22 directrices valoradas con siempre en la aplicación de sus actividades industriales, sin embargo, se debe conocer la frecuencia real de aplicación debido a que muchos de los procesos en las pequeñas y medianas industrias no están documentadas y no hay constancia de la regularidad con las directrices se aplican.

En la investigación se obtuvo un criterio de Kaiser de 0.862, y en la extracción de componentes principales se consiguió 5 componentes que explican el 74,92% de la variabilidad de los datos. En tal caso se asegura que criterio Kaiser es fundamental para conocer si es factible el análisis factorial de una base de datos.

Al comparar el trabajo de Membrado Martínez (2002) se identificó que el modelo de evaluación cumple con el objetivo de evidenciar el diagnóstico de la empresa frente a un modelo de gestión, identificando cuales son los puntos fuertes y áreas de mejora en relación a dicho modelo. Además, cumple con el requisito de formular el modelo a manera que la metodología sea objetiva y de puntuación, permitiendo conseguir resultados cuantitativos en la evaluación. Los modelos de evaluación desarrollados mediante esta estructura se asemejan al modelo de evaluación EFQM en donde la puntuación permite comparar a las organizaciones frente a otras de similares características.

Se aconseja perfeccionar la precisión con que el modelo de evaluación fue creado ya que Berlanga Silvente et al. (2013) sugiere que se debe realizar el entrenamiento progresivo de algoritmos de decisión mediante la adición de más datos. Este entrenamiento por lo tanto se debe conseguir agregando más encuestas y datos que elevaran la precisión del modelo y se reducirá el margen de error.

En adicción para futuros estudios serían ideal seccionar el modelo de evaluación de calidad a un solo grupo de empresas, ya sean solo grandes, medianas o pequeña. Se debe especificar el tamaño de las



empresas y la aplicación de las directrices, de esta manera se podría evitar posibles errores de interpretación en la clasificación de sus niveles de gestión de calidad. De hecho las grandes empresas tienen sistemas de gestión más maduros y mejorados debido a que al pasar los años han adaptado sus SGC según los cambios y exigencias que se presente.

Al confrontar la investigación con Passos & Spers (2014) se evidenció que la creación del modelo de evaluación solo seleccionaron a las pymes argumentando que las medianas empresas son diferentes a las grandes en relación con sus grupos de interés, la formación de los empleados e innovación, enfatiza además que se caracterizan por contener pocos procesos con una pequeña cantidad de dimensiones e indicadores a utilizar. Tomando como referencia lo expuesto se debe profundizar en el análisis de las directrices por tipos de empresas en especial en las pymes y el sector productivo.

El modelo de evaluación creado también puede ser el punto inicial para conocer la madurez del modelo de gestión que se implementó en las empresas ya que (Díaz Jaimes & Ortiz Pimiento, 2012) indica que se debe establecer una autoevaluación, una evaluación comparativa y una ruta de mejoramiento para proponer el estado del madurez del modelo.

5. Conclusiones.

Para formular el método de evaluación se consideró oportuno el uso de 22 directrices vinculadas a los sistemas de gestión de calidad englobadas en el modelo IMAGINE extendido. De igual forma en el estudio se obtuvo una participación del 53% de medianas empresas, 24% de las grandes, el 16% pequeñas y 7% de microempresas.

De manera general se encontró que un 93% de empresas tienen formas de garantizar la calidad siendo estas certificaciones o acreditaciones que respaldan sus productos o procesos. De igual forma se detecta que el sistema de gestión de calidad ISO es el más usado y en algunas organizaciones se complementan con otros SGC para obtener un mejor control. Además, se identifica que el modelo de Malcolm Baldrige no fue reconocida ni implementada en las empresas de estudio.

Existieron 16 directrices del modelo IMAGINE extendido que fueron identificadas como importantes y necesarias en un SGC básico para las industrias del Austro siendo estas: Identificación de procesos clave, Identificación de pérdidas de tiempo, Diseño de los procesos en base a las necesidades del cliente interno, Cumplimientos de requerimientos legales de materia prima, Cumplimientos de requerimientos legales de productos en proceso, Cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados, Definir los procesos que aseguren los parámetros de calidad del producto, Creación de procesos orientados a la ejecución de garantías, Establecer responsables en los respectivos procesos, Evaluación de datos como información para mejoras, Estadística de los



procesos, Análisis de resultados para mejora de los procesos, Estandarización de los procesos, Análisis de información que integra los costos de calidad, Uso de tecnología para mejora de procesos. Esta valoración se realiza con el 77% del total de las empresas, siendo estas medianas y grandes.

Se propone el diagrama de decisión de niveles de gestión como el método predictivo que clasificará a los SGC de procesos de las empresas. El diagrama está regido por 4 directrices siendo estas; gestión de riesgos que pueden afectar los procesos, cumplimiento de requerimientos legales de productos terminados, análisis de resultados para mejora de los procesos, identificación de procesos clave. Estas directrices son capaces de predecir el desempeño del SGC en cualquier tamaño de empresa teniendo como clasificación bajo, medio, y alto. De igual manera el modelo está apoyado por un cuadro de componentes que clasifica a las directrices para identificar los puntos de mayor desempeño de la organización evaluada.

El cuadro de componentes está integrado por cinco componentes que son la información para la toma de decisiones, identificación, medición, calidad intangible y diseño de los procesos.

El modelo de evaluación fue creado en base a la aplicación de cuatro herramientas; la encuesta de aplicación de directrices de calidad, el diagrama de decisión de Niveles de Gestión de Calidad, el cuadro de componentes y el gráfico de clasificación SGC (distribución de total). El desarrollo de la evaluación además requiere de apoyo externo como interno ya que se requiere obtener información y asociar los procesos a las directrices para conocer la situación en la que se encuentra la empresa.

En su primera evaluación; el modelo clasifica a una empresa de ensamblaje electrónico como una empresa de SGC medio, este veredicto se realizó mediante un diagrama de selección y posterior se ratifica con el uso del gráfico de distribución de total.

Finalmente el modelo de evaluación de Sistemas de Gestión de Calidad de procesos creado contribuye como base para la creación de nuevos modelos de predicción sofisticados, en donde se busca realizar la clasificación del Nivel de Gestión de Calidad de las empresas. Así, el presente permita una primera aproximación para reconocer las razones que conllevan a tener un SGC en los procesos de excelente desempeño.

Agradecimiento:

Agradezco a Dios, a mi familia por el apoyo incondicionales en mis años de formación académica. En especial a mis padres José y Elsa, y a mis hermanos Diego Gabriel y Erika Patricia que día a día con sus consejos y ánimos me alientan a ser mejor persona.

Agradezco a los miembros del proyecto IMAGINE por permitirme ser parte de su equipo de trabajo y a todos mis profesores de la escuela de Ingeniería Industrial por su vocación en la enseñanza.



6. Referencias:

- Alarcón Villamil, N. O., Gómez Caicedo, M. I., & Stellian, R. (2016). Perfil competitivo de empresas de tercerización de procesos de Bogotá : análisis de componentes principales. *AD-MINISTER*, 29, 101–120. <https://doi.org/10.17230/ad-minister.29.5>
- Arias Gonzáles, M. (2014). Integración de los Sistemas de Gestión de Calidad, el Medio Ambiente y la Seguridad y Salud del Trabajo. *Ciencias Holguín*, 1–11. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181531232004>
- Beltrán, J., Muñuzuri, J., Rivas, M. Á., & Martín, E. (2010). Modelo de evaluación de la gestión logística en empresas. In *Modelo de evaluación de la gestión logística en empresas* (pp. 1129–1137). Retrieved from <http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010/LOGISTICS//1129-1137.pdf>
- Benavente, D. (2015). REDUCCIÓN DE DATOS: ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES Y FACTORIAL. Retrieved from <https://web.ua.es/es/lpa/docencia/practicas-analisis-exploratorio-de-datos-con-spss/practica-5-analisis-multivariante-con-spss-reduccion-de-datos-analisis-de-componentes-principales-y-factorial.html>
- Benzaquen- De las Casas, J., & Pérez Cepeda, M. (2016). El ISO 9001 y TQM en las empresas de Ecuador autores. *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, 10, 153–176. <https://doi.org/10.3232/GCG.2016.V10.N3.06>
- Berlanga Silvente, V., Rubio Hurtado, J. M., & Vila Baños, R. (2013). Cómo aplicar árboles de decisión en SPSS . *REIRE*, 6, 65–79. <https://doi.org/10.1344/reire2013.6.1615>
- Blanco, N., & Arce-Díaz, E. (2015). Evaluación integral financiera, económica, social, ambiental y de productividad del uso de bagazo de caña y combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica en Nicaragua.
- Bolaños Jijón, A. (2018). Ineficacia de los Sistemas de Gestión de Calidad Implementados Según la Norma ISO 9001 Ineffectiveness. *INNOVA RESEARCH JOURNAL*, 3(7), 124–135. <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n7.2018.606>
- Bolaños, L. (2020). Análisis factorial. Retrieved from https://rpubs.com/luis_bolanos/FA
- Bonilla Pastor, E. (2015). La gestión de la calidad y su relación con los costos de desechos y desperdicios en las mypes de la confección textil. *Ingeniería Industrial*, 33, 37–50. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337443854002>
- Botello Peñaloza, H., Pedraza Avella, A., & Contreras Pacheco, O. E. (2015). Análisis empresarial de la influencia de las TIC en el desempeño de las empresas de servicios en Colombia. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 45, 3–15. Retrieved from <https://revistavirtual.ucn.edu.co/index.php/RevistaUCN/article/view/652>



- Campi Mayorga, I. I., Font Graupera, M. E., & Lazcano Herrera, C. F. (2017). La competitividad en América latina: el caso Ecuador. *Dimensión Empresarial*, 1, 71–81.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.15665/rde.v15i1+E1.560> JEL:
- Caro, N. P., Guardiola, M., & Ortiz, P. (2018). Árboles de clasificación como herramienta para predecir dificultades financieras en empresas Latinoamericanas a través de sus razones contables. *Contaduría y Administración*, 63(1), 1–14.
- Castro Gonzáles, S., Vázquez Guzmán, E., & Vega Vilca, J. (2015). Ecuador, Perú y Colombia: ¿competidores o complementarios sudamericanos? análisis de su competitividad global. *Revista Global de Negocios*, 3(6), 13–28.
- Chávez, Santa, J. J., Mora Veloza, J. D. J., & Arias Montoya, R. (2013). Aplicación del aprendizaje automático con árboles de decisión al estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión de las universidades públicas. *Scientia Et Technica*, 18, 725–731. Retrieved from [/www.redalyc.org/articulo.oa?id=84929984020%0ACómo](http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84929984020%0ACómo)
- de la Fuente Fernández, S. (2011). *Análisis Componentes Principales Santiago de la Fuente Fernández*. Madrid. Retrieved from http://www.estadistica.net/Master-Econometria/Componentes_Principales.pdf
- Devicenzi, G., Rescala, C., Rohde, G. A., Giraudo, M. B., Bonaffini, L., & Bernaola, G. A. (2015). Medición de la eficiencia en la gestión de administración de una empresa constructora. *TRIM Revista de Investigación Multidisciplinar*, 9(2015), 35–45. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5289667>
- Díaz Jaimes, M., & Ortiz Pimiento, N. (2012). Revisión de modelos de madurez: Estrategia de evaluación del desempeño para empresas de manufactura. *Revista UIS Ingenierías*, 11(1), 55–72. Retrieved from <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/55-72>
- Díez de los Ríos Mesa, F. J. (2019). *DESARROLLO Y VALIDACIÓN DE TÉCNICAS AVANZADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO PERCIBIDA POR EL USUARIO EN TRANSPORTES PÚBLICOS*. Universidad de Granada.
- González Ortiz, Ó. C., & Arciniegas Ortíz, J. A. (2016). *Sistema de gestión de calidad: Teoría y práctica bajo la norma ISO 2015*. (ECOEdiciones, Ed.) (1st ed.). Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=baUwDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT4&dq=principio+de+sistema+de+gestión+de+calidad+&ots=bnsyg_dZjA&sig=NkXcS-MpA1YNA5Zf5jwJYZnNU7I#v=onepage&q&f=false
- González Viloria, S. (2011). Sistemas integrados de gestión , un reto para las pequeñas y medianas empresas Integrated systems of management , a challenge for the small and medium companies. *Escenarios*, 9(1), 69–89.
- Guacho Ayala, A. S., & Jara Molineros, A. C. (2019). ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DIRECTRICES EN



LA GESTIÓN DE CALIDAD DE PROCESOS COMO BASE PARA SU INTEGRACIÓN EN EL MODELO DE GESTIÓN EMPRESARIAL IMAGINE. Cuenca.

- Hernández Palma, H., Barrios Parejo, I., & Martínez Sierra, D. (2018). Gestión de la calidad: elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. *Criterio Libre*, 16(28), 179–195. <https://doi.org/10.18041/1900-0642/criteriolibre.2018v16n28.2130>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. P. (2014). *Metodología de la investigación*. México, D.F.: McGraw-Hill Education.
- Herrera, R. F., & Crisóstomo, A. (2018). Metodología de toma de decisiones para la selección de subcontratos en la industria de la construcción. *Obras y Proyectos*, 28–40.
- Huertas López, T., Suarez García, E., Salgado Cruz, M., Jadán Rodríguez, L., & Jiménez Valero, B. (2020). Diseño de un modelo de gestión. Base científica y práctica para su elaboración. *Revista Universidad y Sociedad*. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000100165&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- ISO 9000. (2015). Norma ISO 9000:2015, Sistema de gestión de la calidad - fundamentos y vocabulario, 2015, 58.
- Jácome, H., Arghoty, A., Gualavisí, M., & Zambrano, R. (2012). *Estudios industriales de la micro, pequeña y mediana empresa*. Quito.
- Jornet, J., Gonzáles, J., & Perenales, M. J. (2012). DISEÑO DE CUESTIONARIOS DE CONTEXTO PARA LA EVALUACIÓN DE SISTEMAS EDUCATIVOS : OPTIMIZACIÓN DE LA MEDIDA DE CONSTRUCTOS COMPLEJOS. *Bordón*, 64(2), 89–110.
- López de Arana Prado, E., & Aramburuzabala Higuera, P. (2020). Diseño y validación de un cuestionario para la autoevaluación de experiencias de aprendizaje-servicio universitario. *Educación XXI: Revista de La Facultad de Educación*, 23, 319–347. <https://doi.org/10.5944/educXX1.23834>
- Mayorga Melendez, J., Carvajal Larenas, R., & Morales Urrutia, D. (2020). Aspectos sociales y su influencia en el emprendimiento femenino Sudamericano. *Digital Publisher*, 2, 125–133. <https://doi.org/10.33386/593dp.2020.2.196>
- Mazo, C., & Bedoya, O. (2010). PESPAD : una nueva herramienta para la predicción de la estructura secundaria de la proteína basada en árboles de decisión. *Ingeniería y Competitividad*, 2, 9–22. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=291323528001
- Membrado Martínez, J. (2002). *Innovación y mejora continua según el modelo EFQM de excelencia* (2nd ed.). Madrid: Díaz de Santos SA. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=Y40kIEWbNwEC&oi=fnd&pg=PA175&dq=%22excelencia+empresarial%22+modelos+de+evaluación&ots=jiXYaPRSrZ&sig=0kTRlzc8J3QfSSYJeWl_6ljHNQw



#v=onpage&q=%22excelencia empresarial%22 modelos de evaluación&f=false

- Monte, B., & Benzaquen-, J. (2016). El ISO 9001 y TQM en las empresas de Ecuador autores. <https://doi.org/10.3232/GCG.2016.V10.N3.06>
- Montealegre Carvajal, M. D., & Velandia Molano, H. J. (2012). Científico CONTRIBUTION MANAGEMENT SYSTEMS WORKPLACE HEALTH AND SAFETY MANAGEMENT HEALTH AND SAFETY AT WORK Evolución histórica y epistemológica de la salud y seguridad en el trabajo Científico. *INFORMACIÓN CIENTÍFICA*, 6(1), 158–174.
- Montoya, A., Montoya, I., & Castellanos, O. (2010). Situación de la competitividad de las Pyme en Colombia elementos actuales y retos. *Agronomía Colombiana*, 28(1), 107–117.
- Murrone, N., & Martínez, A. M. (2018). Comparación de propuestas para el análisis de componentes principales en matrices con datos faltantes. In *Conferencia Latinoamericana sobre el Uso de R en Investigación + Desarrollo* (p. 3196). Retrieved from http://www.estadistica.net/Master-Econometria/Componentes_Principales.pdf
- Navazo, B., Oyhenart, E., & Dahinten, S. L. (2019). Doble carga de malnutrición y nivel de bienestar socio-ambiental de escolares de la Patagonia argentina (Puerto Madryn , Chubut). *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 39(2), 111–119. <https://doi.org/10.12873/392navazo>
- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Passos, C. A., & Spers, R. G. (2014). Modelo de Avaliação de Desempenho Organizacional para Pequenas e Médias Empresas. *Revista Ibero-Americana de Estratégia*, 13(04), 44–58. <https://doi.org/10.5585/riae.v13i4.2093>
- Pastor Fernández, A., & Otero Mateo, M. (2016). Impacto de la norma ISO 9001 : 2015 en el ámbito de la ingeniería . Integración en las PYMEs. *ResearchGate*, 91(March), 118–121. <https://doi.org/10.6036/7709>
- Pérez Grau, S. L. (2013). Selección de índices financieros mediante técnicas estadísticas del análisis multivariante. *Entramado*, 9, 118–140. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=265428385008
- Pérez Mergarejo, E., Pérez Vergara, I., & Rodríguez Ruíz, Y. (2014). Modelos de madurez y su idoneidad para aplicar en pequeñas y medianas empresas. *Ingeniería Industrial*, 15, 146–158. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360433597004>
- Pimentel de Oliveira Santos, D. (2020). Diseño de un sistema de indicadores, amparados en los 17 objetivos del desarrollo sostenible (onu), para la creación de un indicador sintético en destinos turísticos litorales. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=271688>
- Plasencia Soler, J. A., Marrero Delgado, F., Bajo Sanjuán, A. M., & Nicado García, M. (2018). Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 63–73.



<https://doi.org/10.18046/j.estger.2018.146.2662>

Portilla Carrillo, C. E. (2018). *Modelo de gestión basado en procesos de producción del sector de calzado en el cantón Cevallos de la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27233/1/659_MKT.pdf

Quero Virla, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *TeloS*, 12, 248–252. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99315569010%0ACómo>

Ramos, D. (2019). Entienda la diferencia entre Certificación y Acreditación. Retrieved from <https://blogdelacalidad.com/entienda-la-diferencia-entre-certificacion-y-acreditacion/>

Rangel Díaz, I., Sidorov, G., & Suárez Guerra, S. (2014). Creación y evaluación de un diccionario marcado con emociones y ponderado para el español. *ONOMÁZEIN*, 29, 31–46. <https://doi.org/10.7764/onomazein.29.5>

Restrepo, L., Posada, S., & Noguera, R. (2012). Aplicación del análisis por componentes principales en la evaluación de tres variedades de pasto. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25, 258–266. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=295023555011>

Sánchez, V., & Pizarro, D. (2010). Diagnóstico del nivel de automatización en las pequeñas y medianas industrias de la ciudad de Cuenca. *Ingenius, Revista de Ciencia y Tecnología*, 4, 44–56. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=505554807006%0ACómo

Solines Chacón, P. (2010). Clasificación PYMES. Retrieved from <https://www.coursehero.com/file/50142264/RO-Clasificacion-PYMESdocx/>

Soracipa Pulido, N. Y. (2009). Definición de estrategias de transformación de la cultura organizacional en función de un sistema de gestión de calidad. *SIGNOS-Investigación En Sistemas de Gestión*, 1, 139–151. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560458730010>

Suca, C., Córdova, A., Condori, A., Cayra, J., & Sulla, J. (2013). COMPARACIÓN DE ALGORITMOS DE CLASIFICACIÓN PARA LA PREDICCIÓN DE CASOS DE OBESIDAD INFANTIL. *Rese*, 1. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/301567339_COMPARACION_DE_ALGORITMOS_DE_CLASIFICACION_PARA_LA_PREDICCION_DE_CASOS_DE_OBESIDAD_INFANTIL

Tobar, L. (2015). ANÁLISIS COMPETITIVO DE LAS PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS EN CUENCA ECUADOR. 3, Vol. 8, 14.

Villasís Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación IV : las variables de estudio. *Revista Alergia México*, 63, 303–310. Retrieved from www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755025003

Yáñez, J., & Yáñez, R. (2012). Auditorías, mejora continua y normas ISO: factores clave para la evaluación de



las organizaciones. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 3(9), 11. Retrieved from <https://www.redalyc.org/pdf/816/81606112.pdf>
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81606112%0A>
<https://www.redalyc.org/html/2150/215026158006/>

Yengle Ruiz, C. (2012). Aplicación del análisis de componentes principales como técnica para obtener índices sintéticos de calidad ambiental. *Scientia*, 4, 145–153. Retrieved from https://scholar.google.com/scholar?cluster=3173055475498008438&hl=es&as_sdt=0,5&scioldt=0,5

Zamora, G., Meneses, D., De-Regil, L. M., Neufeld, L., Peña, J. P., & Sinisterra, O. T. (2015, March 15). Consideraciones sobre la elaboración de las directrices de nutrición de la Organización Mundial de la Salud y su implementación. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. Retrieved from [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222015000100001#:~:text=Una directriz ofrece informaci3n sobre,de los recursos \(1\)](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222015000100001#:~:text=Una directriz ofrece informaci3n sobre,de los recursos (1))

7. Anexos:

Anexo 1

Link de la *Encuesta sobre la aplicaci3n de directrices de Calidad*.

<http://encuestas.ucuenca.edu.ec/index.php/412918/>



Anexo 2

Ilustración 1. Cuadro de correlación de las directrices ACP

Correlación	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22
p1	1,00	0,67	0,52	0,57	0,63	0,32	0,53	0,53	0,63	0,53	0,49	0,55	0,37	0,31	0,49	0,30	0,34	0,62	0,49	0,62	0,38	0,57
p2	0,67	1,00	0,64	0,34	0,54	0,48	0,41	0,32	0,46	0,51	0,38	0,52	0,52	0,42	0,51	0,36	0,35	0,36	0,22	0,46	0,33	0,39
p3	0,52	0,64	1,00	0,35	0,53	0,55	0,43	0,31	0,49	0,48	0,40	0,38	0,45	0,50	0,52	0,41	0,43	0,46	0,44	0,56	0,46	0,49
p4	0,57	0,34	0,35	1,00	0,64	0,38	0,42	0,37	0,45	0,34	0,50	0,37	0,33	0,30	0,39	0,31	0,30	0,43	0,52	0,54	0,37	0,50
p5	0,63	0,54	0,53	0,64	1,00	0,45	0,62	0,49	0,49	0,38	0,48	0,44	0,40	0,35	0,30	0,40	0,40	0,52	0,51	0,61	0,46	0,61
p6	0,32	0,48	0,55	0,38	0,45	1,00	0,60	0,50	0,43	0,54	0,43	0,37	0,60	0,37	0,47	0,26	0,23	0,30	0,29	0,36	0,34	0,28
p7	0,53	0,41	0,43	0,42	0,62	0,60	1,00	0,80	0,59	0,56	0,49	0,41	0,35	0,24	0,22	0,28	0,29	0,40	0,48	0,49	0,29	0,44
p8	0,53	0,32	0,31	0,37	0,49	0,50	0,80	1,00	0,53	0,63	0,37	0,48	0,42	0,34	0,21	0,30	0,36	0,43	0,48	0,45	0,32	0,42
p9	0,63	0,46	0,49	0,45	0,49	0,43	0,59	0,53	1,00	0,61	0,58	0,63	0,44	0,29	0,50	0,30	0,37	0,69	0,57	0,50	0,38	0,58
p10	0,53	0,51	0,48	0,34	0,38	0,54	0,56	0,63	0,61	1,00	0,61	0,58	0,44	0,33	0,47	0,36	0,34	0,54	0,52	0,67	0,54	0,50
p11	0,49	0,38	0,40	0,50	0,48	0,43	0,49	0,37	0,58	0,61	1,00	0,61	0,42	0,27	0,41	0,29	0,30	0,56	0,52	0,64	0,48	0,47
p12	0,55	0,52	0,38	0,37	0,44	0,37	0,41	0,48	0,63	0,58	0,61	1,00	0,66	0,46	0,58	0,43	0,49	0,70	0,42	0,62	0,42	0,47
p13	0,37	0,52	0,45	0,33	0,40	0,60	0,35	0,42	0,44	0,44	0,42	0,66	1,00	0,54	0,58	0,36	0,41	0,46	0,30	0,47	0,25	0,29
p14	0,31	0,42	0,50	0,30	0,35	0,37	0,24	0,34	0,29	0,33	0,27	0,46	0,54	1,00	0,68	0,70	0,72	0,39	0,30	0,45	0,48	0,45
p15	0,49	0,51	0,52	0,39	0,30	0,47	0,22	0,21	0,50	0,47	0,41	0,58	0,58	0,68	1,00	0,56	0,58	0,57	0,36	0,51	0,48	0,46
p16	0,30	0,36	0,41	0,31	0,40	0,26	0,28	0,30	0,30	0,36	0,29	0,43	0,36	0,70	0,56	1,00	0,85	0,42	0,43	0,53	0,53	0,47
p17	0,34	0,35	0,43	0,30	0,40	0,23	0,29	0,36	0,37	0,34	0,30	0,49	0,41	0,72	0,58	0,85	1,00	0,47	0,43	0,51	0,49	0,48
p18	0,62	0,36	0,46	0,43	0,52	0,30	0,40	0,43	0,69	0,54	0,56	0,70	0,46	0,39	0,57	0,42	0,47	1,00	0,69	0,67	0,52	0,64
p19	0,49	0,22	0,44	0,52	0,51	0,29	0,48	0,48	0,57	0,52	0,52	0,42	0,30	0,30	0,36	0,43	0,43	0,69	1,00	0,67	0,52	0,66
p20	0,62	0,46	0,56	0,54	0,61	0,36	0,49	0,45	0,50	0,67	0,64	0,62	0,47	0,45	0,51	0,53	0,51	0,67	0,67	1,00	0,63	0,66
p21	0,38	0,33	0,46	0,37	0,46	0,34	0,29	0,32	0,38	0,54	0,48	0,42	0,25	0,48	0,48	0,53	0,49	0,52	0,52	0,63	1,00	0,76
p22	0,57	0,39	0,49	0,50	0,61	0,28	0,44	0,42	0,58	0,50	0,47	0,47	0,29	0,45	0,46	0,47	0,48	0,64	0,66	0,66	0,76	1,00



Anexo 3

Ilustración 2. Cuadro de significancia de las directrices ACP

Significancia (uni)	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9	p10	p11	p12	p13	p14	p15	p16	p17	p18	p19	p20	p21	p22	
p1	0,00																						
p2	0,00	0,00																					
p3	0,00	0,00	0,00																				
p4	0,00	0,00	0,00	0,00																			
p5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																		
p6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																	
p7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00																
p8	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00															
p9	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00														
p10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00													
p11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00												
p12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00											
p13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00										
p14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00									
p15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00								
p16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
p17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
p18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
p19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
p20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
p21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
p22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Anexo 4

Tabla 9. Extracción de comunidades de las directrices de calidad operativa IMAGINE

Nombre de la variable	Comunalidades	Extracción
p1	Identificación de procesos clave	0,67
p2	Identificación de errores	0,74
p3	Identificación de pérdidas de tiempo	0,75
p4	Diseño de los procesos en base a las necesidades del cliente interno	0,75
p5	Procesos gestionados en base a la cadena de suministro	0,64
p6	Cumplimiento de requerimientos legales de materia prima.	0,67
p7	Cumplimiento de requerimientos legales de productos en proceso.	0,84
p8	Cumplimientos de requerimientos legales de productos terminados.	0,75
p9	Gestión eficiente de los recursos en los procesos	0,68
p10	Definir los procesos que aseguren los parámetros de calidad del producto	0,70
p11	Creación de procesos orientados a la ejecución de garantías.	0,72
p12	Establecer responsables en los respectivos procesos.	0,72
p13	Cumplimiento de los tiempos de producción planificados	0,57
p14	Uso de indicadores para medir el desempeño de los procesos	0,81
p15	Evaluación de datos como información para mejoras.	0,84
p16	Estadística de los procesos	0,81
p17	Análisis de resultados para mejora de los procesos	0,78
p18	Estandarización de los procesos	0,62
p19	Análisis de información que integre a los costos de calidad	0,61
p20	Gestión de riesgos que pueden afectar a los procesos	0,70
p21	Uso de tecnología para mejora de proceso	0,63
p22	Uso de la innovación para mejora de los procesos	0,54

Nota: Las directrices serán conocidas como p1 a p22 en su tratamiento estadístico. Elaboración propia.



Anexo 5

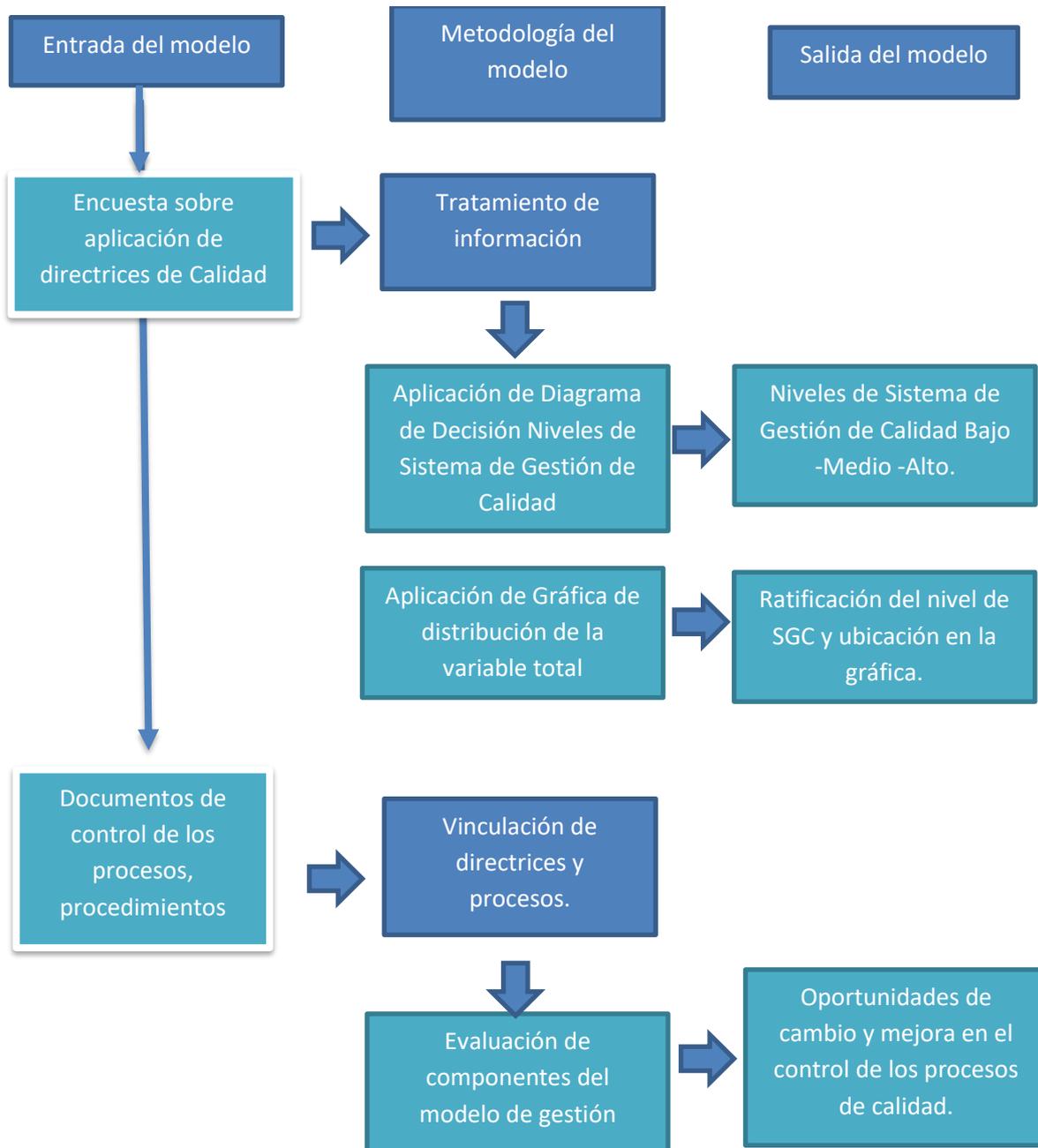
Ilustración 10. Caracterización del proceso de Evaluación de SGC operativo IMAGINE.

		Proceso de Evaluación de Sistemas de Gestión de Calidad operativo IMAGINE			Código:
					Versión:
Objetivo:	Conocer el nivel de gestión de calidad de los procesos en las industrias				
Alcance:	La presente evaluación es aplicable pequeñas, medianas y grandes empresas del Austro tomando en consideración directrices que se usan en las áreas operativas. Se da a conocer el nivel de su sistema y se emite un diagnóstico para mejorar el sistema.				
Marco normativo:	Sistema de gestión de Calidad ISO 9001, EFQM, Lean, Gerencial de Deming, Malcolm Baldrige.				
Líder del proceso:	Consultor externo, Jefe de planta				
Proveedor de la información	Documento de aplicación	Actividad	Descripción del objetivo	Salida	
Jefe de planta, Supervisor de operaciones, Gerente	Encuesta sobre la aplicación de directrices de Calidad	Completar la encuesta	Conocer la situación de la empresa en cuanto a sus características de tamaño, número de trabajadores, años de funcionamiento, sistema de gestión actual y el uso recurrente en sus operaciones de directrices de calidad de procesos.	Diagnóstico inicial de la empresa.	
Consultor externo y Jefe de planta (o encargado del área operativa)	Manual de Calidad, Documentación de procesos de control, entre otros.	Levantar información de los procesos y actividades	Recopilar información de la situación actual de la empresa en cuanto a sus operaciones, procedimientos de control de calidad e indicadores. Identificar y vincular estos procedimientos con las directrices de la encuesta.	Vinculación de procedimientos o procesos operativos de control de calidad con las directrices.	
Consultor externo	Diagrama de decisión de Niveles de Gestión de Calidad	Evaluar el sistema de gestión de calidad de procesos de la empresa	Clasificar al nivel del sistema de gestión de calidad de la empresa según sus operaciones, se tomará en consideración 4 directrices para esta acción.	Clasificación preliminar del SGC operativo	
Consultor externo	Evaluación de componentes del modelo de gestión de calidad	Completar el formato de evaluación de componentes	Realizar una evaluación externa donde se determinan puntos fuertes y débiles de la empresa. En cuanto a los puntos débiles se emiten recomendaciones para mejorar su desempeño.	Establecer nuevas estrategias ante retos y oportunidades que se presenten	
Consultor externo	Gráfica de distribución de la variable total	Corroborar la clasificación del nivel de sistema de gestión de calidad de operaciones	Confirmar el nivel del sistema de gestión de calidad en base a la sumatoria de valores de tipo Likert de las directrices.	Ubicación de la empresa en la gráfica de distribución de la variable total	

Nota: Elaboración por parte del autor.

Anexo 6

Ilustración 11. Diagrama de flujo del modelo de evaluación propuesto IMAGINE



Fuente: adaptada de “Evaluación integral financiera, económica, social, ambiental y productiva del uso de bagazo de caña y combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica en Nicaragua” por Blanco & Arce-Díaz, 2015